SHOUT
SHARE
IT

Pat 23. 3 31765 Smith

BULLETIN

DE

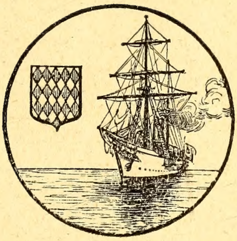
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

/13

(Fondation **ALBERT** I^er^, Prince de Monaco)

N^os^ 383-404

Smithsonian Institution
FEB - 8 1922
National Museum



MONACO
AU MUSÉE OCÉANOGRAPHIQUE

1921

TABLE DES MATIÈRES

PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO. — N° 392. — Discours sur l'Océan.

ATHANASSOPOULOS (G.). — N° 383. — Quelques observations sur les civelles (jeunes anguilles, cieche d'anguilla, Glass-Aalen).

CHATTON (E.) et SIRVENT (L.). — N° 391. — Ernest Brément, 23 septembre 1882 — 21 octobre 1914.

CLARK (H.). — N° 400. — A New Classification of Animals.

HELDT (H.). — N° 389. — Croisière de la *Perche* en Méditerranée. Détail des Opérations.

JACOBSEN (J. P.) et KNUDSEN (Martin). — N° 390. — Manuel Pratique de l'analyse de l'eau de mer. II. Dosage de l'oxygène dans l'eau de mer par la méthode de Winkler.

JOUBIN (L.). — N° 386. — Conseil international de Recherches. Union internationale des Sciences biologiques. Sous-Section d'Océanographie biologique. Réunion du 27 janvier 1921.

KŒHLER (R.). — N° 396. — Échinodermes (Astéries, Ophiures, Échinides et Crinoïdes) des dernières campagnes de la *Princesse-Alice* et de l'*Hirondelle II*.

LADREYT (F.). — N° 387. — Sur la valeur morphologique et l'évolution fonctionnelle des constituants cellulaires dans les éléments figurés du sang et les cellules absorbantes ou glandulaires de certains Sélaciens (*Scyllium*, *Raja*) et Invertébrés marins (*Ciona*, *Sipunculus, Octopus* etc.).

LADREYT (F.). — N° 388. — Sur l'atrophie pigmentaire du foie chez *Scyllium catulus* Cuv.

LOTH (Edouard). — N° 388. — Les trous transversaires des vertèbres cervicales des Cétacés et Siréniens.

MARCELET (Henri). — N° 399. — Hydrogénation de quelques huiles préparées à bord des Yachts de S. A. S. le Prince de Monaco, lors de ses croisières scientifiques. (Quatrième Note Préliminaire).

MARUKAWA (H.). — N° 384. — Plankton list and some new species of Copepods from the northern waters of Japan.

MIKHAÏLOFF (Serge). — N° 398. — Expériences réflexologiques. (*Troisième communication préliminaire*). Expériences nouvelles sur *Eledone moschata.*

MIKHAÏLOFF (Serge). — N° 402. — Système nerveux cellulaire périphérique des Céphalopodes.

ROSE (Maurice). — N° 385. — Recherches Biologiques sur le Plankton. (*Troisième note*).

ROULE (Louis) et ANGEL (Fernand). — N° 397. — Notice préliminaire (II^e^) sur les larves et les alevins de Poissons recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco dans ses croisières de 1896 à 1901 (inclus).

TCHAHOTINE (Serge). — N° 401. — Recherches de cytologie expérimentale, faites avec la méthode de la radiopuncture microscopique.

THOULET (J.). — N° 393. — Sur la mesure directe des courants marins superficiels et profonds.

THOULET (J.). — N° 404. — Sur la circulation océanique profonde.

THOULET (J.) et VAURABOURG. — N° 394-395. — Circulation Océanique. Densités *in situ* et Indices de Réfraction. La détermination de la densité de l'eau de mer par la mesure de l'indice de réfraction.

TABLE DES MATIÈRES

Le numéro de chaque article se trouvant au bas du recto de chaque feuillet il est très facile de trouver rapidement l'article cherché.

Nos 383. — Quelques observations sur les civelles (jeunes anguilles, cieche d'anguilia, Glass-Aalen), par le Dr G. Athanassopoulos.

384. — Plankton list and some new species of Copepods from the northern waters of Japan, by H. Marukawa, The Imperial Fisheries Institute, Tokyo.

385. — Recherches Biologiques sur le Plankton *(Troisième note)*, par Maurice Rose, agrégé de l'Université, professeur au Prytanée Militaire.

386. — Conseil international de Recherches. Union internationale des Sciences biologiques. Sous-Section d'Océanographie biologique, par L. Joubin. Réunion du 27 janvier 1921.

387. Sur la valeur morphologique et l'évolution fonctionnelle des constituants cellulaires dans les éléments figurés du sang et les cellules absorbantes ou glandulaires de certains Sélaciens *(Scyllium, Raja)* et Invertébrés marins *(Ciona, Sipunculus, Octopus* etc., par le Dr F. Ladreyt.

388. — Sur l'atrophie pigmentaire du foie chez *Scyllium catulus* Cuv., par le Dr F. Ladreyt.

389. — Croisière de la *Perche* en Méditerranée. Détail des opérations, par H. Heldt.

390. — Manuel Pratique de l'analyse de l'eau de mer. II. Dosage de l'oxygène dans l'eau de mer par la méthode de Winkler, par le Dr J. P. Jacobsen de Copenhague, avec une préface du Dr Martin Knudsen, professeur à l'Université de Copenhague, Directeur du Laboratoire Hydrographique.

391. — Ernest Brément, 23 septembre 1882-21 octobre 1914, par E. Chatton et L. Sirvent.

392. — Discours sur l'Océan, par S. A. S. le Prince Albert Ier, de Monaco.

393. — Sur la mesure directe des courants marins superficiels et profonds, par M. J. THOULET, professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy.

394-395. — Circulation Océanique. Densités *in situ* et Indices de Réfraction, par J. THOULET, professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy. — La détermination de la densité de l'eau de mer par la mesure de l'indice de réfraction, par C. VAURABOURG, Chef des Travaux pratiques d'Optique à l'Ecole municipale de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris.

396. — Échinodermes (Astéries, Ophiures, Échinides et Crinoïdes) des dernières campagnes de la *Princesse-Alice* et de l'*Hirondelle II*, par R. KŒHLER, professeur à l'Université de Lyon.

397. — Notice préliminaire (IIe) sur les larves et les alevins de Poissons recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco dans ses croisières de 1896 à 1901 (inclus), par Louis ROULE et Fernand ANGEL.

398. — Expériences réflexologiques *(Troisième communication préliminaire).* Expériences nouvelles sur *Eledone moschata*, par le Dr Serge MIKHAÏLOFF, de Pétrograd.

399. — Hydrogénation de quelques huiles préparées à bord des yachts de S. A. S. le PRINCE DE MONACO, lors de ses croisières scientifiques *(Quatrième Note Préliminaire)*, par Henri MARCELET, Docteur de l'Université de Montpellier.

400. — A New Classification of Animals, par Austin H. CLARK.

401. — Recherches de cytologie expérimentale, faites avec la méthode de la radiopuncture microscopique, par le Dr Serge TCHAHOTINE, assistant au Laboratoire de physiologie de l'Académie des sciences à Pétrograd.

402. — Système nerveux cellulaire périphérique des Céphalopodes, par le Dr Serge MIKHAÏLOFF, de Pétrograd.

403. — Les trous transversaires des vertèbres cervicales des Cétacés et Siréniens, par le Dr Edouard LOTH, professeur d'Anatomie à l'Université de Varsovie.

404. — Sur la circulation océanique profonde, par M. J. THOULET.

Nº 383. 5 Janvier 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

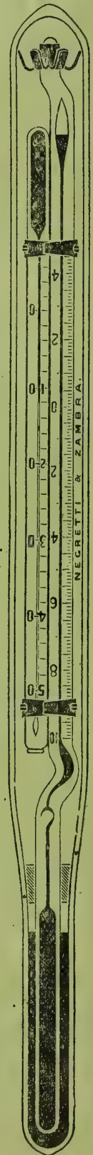
Smithsonian Institution
MAR 1 1921
250723

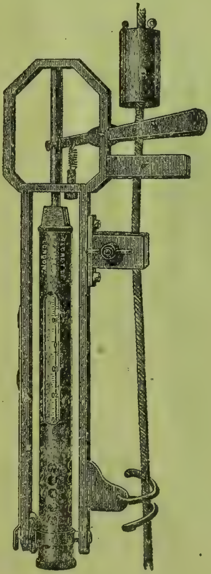
Quelques observations sur les civelles
(jeunes anguilles, cieche d'anguilla, Glass-Aalen).

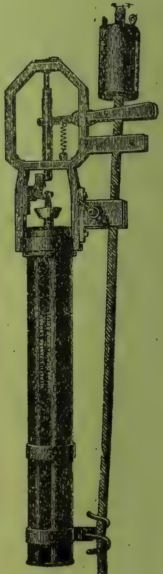
Par le Dr G. ATHANASSOPOULOS

MONACO

THERMOMÈTRES
A RENVERSEMENT


NEGRETTI & ZAMBRA





NEGRETTI & ZAMBRA

38, Holborn Viaduct, E. C. I.

LONDON

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 383. — 5 janvier 1921.

Quelques observations sur les civelles (jeunes anguilles, cieche d'anguilla, Glass-Aalen).

Par le Dr **G. ATHANASSOPOULOS**

Smithsonian Institution
MAR 1 1921
National Museum

I. CIVELLES ITALIENNES

Durant mon séjour à Rome, auprès de la Station de Pisciculture, je me suis appliqué à faire des observations sur les civelles, lesquelles pêchées à l'embouchure du Tibre (tout près du village de Fiumicino), servent, en Italie, pour le repeuplement des eaux dans l'intérieur.

Les études très approfondies du Prof. Grassi, de l'Université de Rome[1], sur ce sujet, sont bien connues; elles ont conduit à l'importante découverte du fait que les *Leptocephalus* se transforment en civelles.

Depuis lors plusieurs travailleurs[2] se sont occupés de l'étude des civelles, particulièrement en ce qui concerne leur marche vers les fleuves; ils ont aussi examiné leurs dimensions, leurs pigments, la forme de leur gueule etc. et enfin leur poids[1], chose qui n'a jamais été mentionnée par les premiers auteurs.

---

[1] *Metamorfosi dei Murenoidi.* Iena, Fischer 1913. *Quel che si sa e quel che non si sa intorno alla Storia della anguilla.* Memorie XXXVII, 1914, (R. Comit. talassografico Italiano) etc.

[2] Bellini, Giacomini, Mazza, Millet, Walter etc.

Le seul qui se soit occupé du poids des civelles de la Méditerranée est, autant que je sache, Hornyold[2], en Espagne, qui a constaté le fait remarquable que le poids des civelles de la Méditerranée est inférieur à celui des civelles de l'Atlantique.

D'après le conseil du Prof. Vinciguerra, Directeur de la Station de Pisciculture de Rome, j'ai suivi dans l'hiver de 1918-19 les envois de civelles faits à différentes dates.

Les résultats de mes recherches ont été la constatation que le séjour des civelles dans les bassins de la Station leur causait une perte considérable du poids total. Cette perte peut être évaluée à 30 °/₀ pour un séjour de 3 mois. En moyenne on peut calculer 8/10 de milligramme par jour et par tête. La même perte est plus considérable durant les premiers jours du séjour et peut atteindre jusqu'à 2 milligrammes par jour et par tête.

Mais outre cela, je suis arrivé à obtenir quelques résultats curieux que j'énumère ci-dessous, avec l'espoir d'attirer l'attention des naturalistes.

Il est bien entendu que quelques-uns de ces résultats, comme par exemple celui de l'âge des civelles en relation avec la saison, pourront être expliqués après une étude attentive de la localité de Fiumicino qui peut-être favorise le séjour prolongé des civelles remontées, avant que celles-ci puissent être prises par les pêcheurs. Mais cela ne suffit pas, à mon avis, à supprimer tout à fait l'intérêt actuel desdits résultats.

J'ai tâché de supprimer autant que possible les erreurs des mesures ainsi que celles du poids, erreurs provenant de l'usage des liquides de conservation (formaline, alcool etc) ; car, d'après mes observations, il est bien prouvé que le poids des civelles conservées dans le formol[3] (solution 2 1/2 °/₀) augmente considérablement après quelques jours. J'ai évité ces changements brusques du poids en pesant les civelles tout de suite après leur mort ou encore vivantes, après leur avoir enlevé l'humidité par un morceau de papier buvard.

---

[1] Publications de Schmidt *(Messungen von Mittelmeer-Glass-aalen 1913,* rapport du Cons. Internat. de l'Exploration de la mer etc) Gilson, Strubberg etc.

[2] Hornyold, Boletin de Pescas nº 21, Anno 1918, Madrid.

[3] Et même dans l'eau pure.

A part des observations que j'ai faites sur les différents envois, j'ai mis en observation aussi des civelles dans un petit bassin de la Station dont l'eau se renouvelait incessamment. Voici le résumé de ces observations faites sur l'envoi du 12 novembre 1918.

ENVOI du 12 novembre 1918					
Date	12 Nov.	19 Nov.	27 Nov.	6 Décem.	23 Déc.
Longueur moyenne	0.0642$^{\text{mm}}$	0.0676	0.0638	0.0638	0.0670
Poids moyen	0.259 gr.	0.226	0.192	0.201	0.192
Stade plus fréquent	(1) VI_{AB}	VI_{AB}-VI_{AC}	VI_{ac}	avancé VI_{a_c}	VI_{ab}-VI_{ac}
Rapport du nombre des civelles plus longues que 65$^{\text{mm}}$ sur la totalité des civelles de l'envoi.	1 : 4	1 : 2	1 : 14	1 : 14	1 : 1

De ce tableau il résulte que :

1. Les civelles ayant séjourné dans les bassins de la Station, dans l'eau courante, subissent une diminution rapide de leur poids, jusqu'à un certain point, après quoi ce poids demeure presque stable, au moins pour quelque temps.

2. Durant les premiers jours les dites civelles présentent une augmentation très légère de leur pigment.

---

[1] La distinction des stades a été faite selon les indications de Strubberg et Gilson.

3. Le séjour prolongé des civelles dans le bassin en eau courante sans nourriture paraît leur être très nuisible ; de fait il apparaît sur leur tête une tumeur ou plutôt une boule volumineuse dépassant quelquefois en volume la tête même. La tumeur est située sur la tache cérébrale ; la peau se soulève pour la former et, sous cette peau gonflée, on distingue bien les points noirs de la tache.

4. Autant qu'il paraît, les civelles les plus longues et les plus transparentes meurent plus vite que les autres plus courtes et plus pigmentées.

D'autre part, l'envoi des civelles de différents envois nous a permis d'établir le tableau suivant :

Date de l'envoi	12 Nov.	23 Nov.	22 Déc.	6 Janv.	9 Janv.	18 Janv.	30 Janv.	18 Févr.
Longueur moyenne	0,0642	0,0659	0,0626	0,0696	0,0662	0,0663	0,0665	0,0663^{mm}
Poids moyen	0,259	0,258	0,210	0,186	0,173	0,176	0,177	0,169^{gr}
Stade plus fréquent	VIAB	VB	presque blanc VIAII	transparent VB	VB	VIAII et VIAIII	VIAII	VIAII
Rapport du nombre des civelles plus longues que 65^{mm} sur la totalité des civelles de l'envoi.	1 : 4	1 : 3	1 : 4	5 : 6	4 : 7	2 : 3	4 : 5	1 : 2

De ce tableau il résulte que :

1. Les civelles des envois ultérieurs sont plus volumineuses que celles du mois de novembre.

2. Le poids suit une route tout à fait opposée et cela se voit d'une manière frappante. Avec l'avancement de la saison le poids diminue progressivement.

3. En moyenne, les civelles des premiers envois étaient plus colorées (pigmentées) que les civelles des envois ultérieurs. Il est bien entendu pourtant, que les différents envois sont mêlées de civelles transparentes et pigmentées ; simplement, nous mentionnons ici que la proportion des civelles transparentes est supérieure dans les envois ultérieurs. Ce fait, est bien visible dans la partie du tableau ci-dessus concernant le rapport entre le nombre des civelles plus longues de 65^{mm} et le nombre total des civelles de l'envoi.

4. Le poids des civelles de la Méditerranée est de beaucoup inférieur à celui des civelles de l'océan, fait qui a été déjà remarqué par Hornyold.

5. La véritable montée des civelles blanches, a lieu vers le mois de janvier, elle comprend les civelles connues à Fiumicino sous le nom des civelles « *di passo* ». Au contraire les civelles des envois antérieurs au mois de janvier sont toujours plus pigmentées.

Hors ces conclusions nous avons aussi observé que :

1. L'œil des civelles transparentes qui sont en même temps, comme nous l'avons déjà dit plus haut, les plus volumineuses, est gros et proéminent et en quelque sorte *télescopique*. Chez les autres civelles (les pigmentées), l'œil est plus petit et d'une couleur plus sombre ; il est probable que peu à peu, avec le développement des civelles, l'œil acquiert les dimensions normales.

2. Les civelles transparentes ou du moins celles qui ont peu de pigment présentent souvent une ressemblance frappante avec la forme de *Leptocephalus* et surtout en ce qui concerne la tête.

3. Les civelles les plus pigmentées ont le corps généralement grêle et pas très long (en moyenne vers 64^{mm}). Les grandes longueurs (au-dessus de 70^{mm}) n'apparaissent que chez des civelles transparentes.

4. Etant donnée la perte considérable du poids que subissent les civelles tenues sans nourriture dans l'eau courante, il y a lieu de conseiller leur répartition immédiate, autant que possible, dans les eaux à repeupler ; chose qui du reste

devient urgente à cause de la boule céphalique dont nous avons déjà parlé.

Il ne faut pas oublier que parmi les civelles envoyées il y avait un nombre assez élevé de civelles sans aucune trace de pigment, appartenant au stade appelé « premier ». Ces civelles présentent des reflets d'or.

II. CIVELLES DE GRÈCE

L'examen de quelques civelles grecques a confirmé les résultats énumérés ci-dessus. Ici, en effet, un grand nombre de civelles de la montée du mois de mars, provenant de l'embouchure de l'Alphée, m'ont fourni comme longueur moyenne 0.065^{mm} avec un poids de 0.150 gr., le contingent est constitué en presque totalité de civelles très jeunes, les civelles parfaitement vêtues (pigment diffus), faisant complètement défaut. C'est dire qu'au mois de mars nous avons des stades jeunes de civelles avec une longueur suffisante et un poids faible, chose qui coincide avec les observations faites en Italie et les confirme. La longueur manifeste des civelles de l'Alphée est prouvée par le fait que la moitié de celles-ci présentait une longueur supérieure à 65^{mm} et un volume de corps assez important. Il est bien à noter que quelques civelles à tête « *leptocéfalienne* » ou enfin « *leptocéfaliforme* » figurent parmi les civelles de cet envoi.

Pourtant, l'examen d'un petit nombre de civelles provenant d'un petit lac des environs d'Athènes (lac de Koumoundouros) m'a fourni des résultats pas tout à fait analogues. D'abord parmi celles-ci il y en a quelques-unes complètement vêtues (pigment diffus). Et puis elles présentent en général un corps filiforme, mince et une pigmentation plus accentuée que celle des civelles de l'Alphée. Elles semblent former une race ou du moins avoir un âge un peu différent de celui des civelles de l'Alphée et enfin les civelles complètement privées de pigment ne sont pas représentées parmi les civelles du lac Koumoundouros, la proportion des civelles plus longues de 65^{mm} étant assez faible (3 : 10).

J'espère que des observations ultérieures sur les civelles de Grèce pourront conduire à des conclusions bien intéressantes. Le manque absolu, en Grèce de civelles parfaitement transparentes est dû peut être à l'âge plus avancé des civelles qui remontent dans notre pays ; il paraît d'autre part que l'âge est plus avancé chez les civelles de la mer Egée[1].

ÉPOQUE DE LA MONTÉE DES CIVELLES

Pendant 3-4 ans j'ai suivi la pêche des civelles, faite à l'embouchure de l'Alphée, durant la saison d'hiver. Et ce qui m'a le plus impressionné c'est que, contrairement à ce qui arrive en Italie (au moins à l'embouchure du Tibre), la montée des civelles durant les mois d'hiver est très faible sinon nulle. Nous n'avons jamais pu former un envoi, dans un but de repeuplement, avant le mois de mars ou du moins la fin février ; tandis que, comme il est connu, en Italie, c'est justement en hiver (novembre, décembre, janvier), que la pêche des civelles permet de faire les envois les plus rémunérateurs. Dans les commencements, j'attribuais cela au manque de moyens de pêche ou de surveillance suffisante mais une étude attentive de la pêche m'a confirmé que l'apparition des civelles à l'embouchure de l'Alphée durant l'hiver est rare et accidentelle, spécialement les jours ensoleillés.

L'année passée j'ai suivi assidûment des essais de pêche de civelles, tant de jour que de nuit ; ces pêches n'eurent aucun succès durant l'hiver parce que la pêche n'a commencé à devenir fructueuse qu'à partir du mois de mars. Il s'agit donc d'une montée tardive, bien que — comme je l'ai dit plus haut — des civelles de couleur claire et par conséquent jeunes n'y fassent pas complètement défaut.

Dans le lac de Koumoundouros, ces deux dernières années j'ai eu confirmation dudit retard à tel point que je puis accuser qu'en Grèce la montée est tardive. Dans ce lac —

---

[1] Des tableaux numériques détaillés concernant cette Note seront publiés prochainement dans le 3^{me} fascicule du Bulletin de la Station Hydrobiologique de Phalère.

dont le niveau est un peu supérieur à celui de la mer et dont le rivage se trouve à une vingtaine de mètres de distance — l'eau coule par un large trou qui ferme le lac par devant ; cette eau forme un petit ruisseau qui se rend à la mer. Durant l'hiver, les civelles — attirées par l'eau douce — sont très rares et ne se trouvent que parmi les algues agglutinées contre les parois du trou, au nombre d'une ou deux au maximum ; ces civelles paraissent d'un âge avancé car elles sont très pigmentées. C'est depuis le mois de février ou plutôt de mars, que nous commençons à trouver en grand nombre les civelles, pas seulement parmi les algues du trou, mais aussi dans les ruisseaux voisins.

Après cela, je crois pouvoir ajouter les deux conclusions suivantes :

1° La montée des civelles, en Grèce, se fait tard et juste vers les mois de mars et d'avril.

2° La montée — au moins à l'embouchure de l'Alphée — n'est pas si intense que celle de l'Italie et spécialement celle du Tibre ; et jusqu'à présent elle n'a pas fourni les grandes quantités de civelles qu'on voit arriver à la Station de Pisciculture de Rome, pour la distribution dans les divers lacs italiens de l'intérieur.

* * *

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

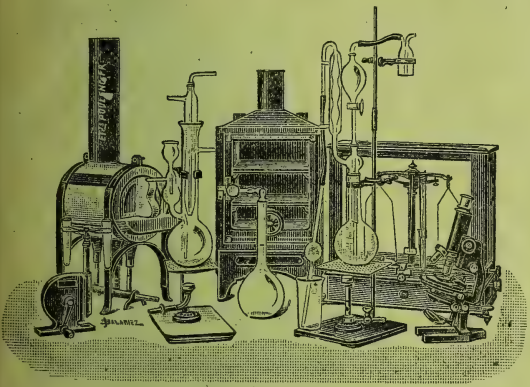
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

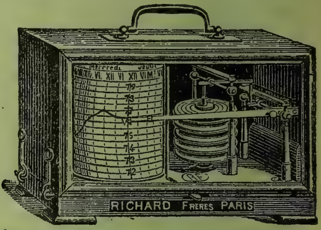
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

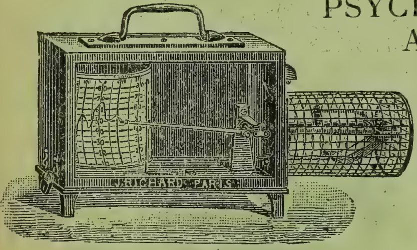
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

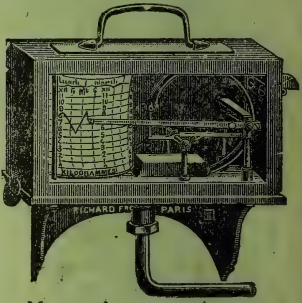

RICHARD FRERES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

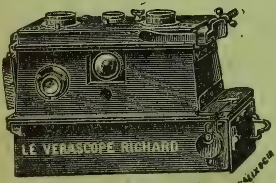
Thermomètre enregistreur

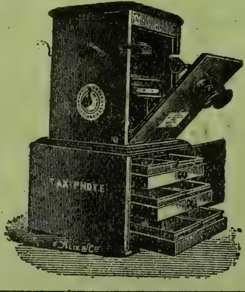
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRERES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



- VÉRASCOPE -
GLYPHOSCOPE
- TAXIPHOTE -

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard
Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue
Paris

15,3,20

N° 384. 15 Janvier 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

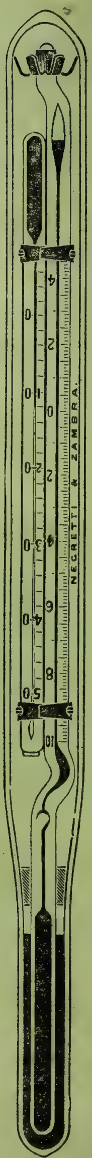
Smithsonian Institution
MAR 1 1921
250723

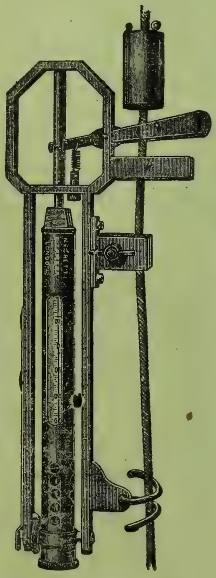
Plankton list and some new species of Copepods from the northern waters of Japan.

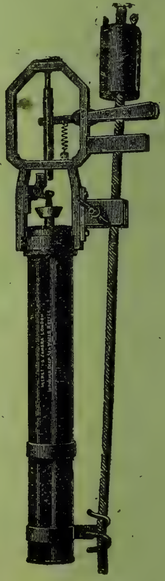
by H. MARUKAWA
The Imperial Fisheries Institute, Tokyo

MONACO

THERMOMÈTRES
A RENVERSEMENT


NEGRETTI & ZAMBRA.





NEGRETTI & ZAMBRA

38, Holborn Viaduct, E. C. I.
LONDON

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 384. — 15 Janvier 1921.

Plankton list
and some new species of Copepods from the northern waters of Japan.

by **H. MARUKAWA**
The Imperial Fisheries Institute, Tokyo

Under the direction of the Fisheries Institute, the training ship « Unyomaru » made a long voyage from july to october in 1915 and from may to october in that next year, through the northern Pacific, the Ochotsk and the Japan seas for the fisheries experiments and the hydrographical works. On the voyages I collected specimens using small silk tow nets and also closing plankton nets, at the places indicated on the attached map. Among those specimens I found 77 species of phyto - and 87 of zoo-plankton which are listed as follows.

Four new species of Copepods here described were met with.

Remarks : In the column of « Local distribution » B. N., T. N., Tr. N., B. O., P. O., Tr. O., A & B. O., Tr. & T. O., Tr. & T. N. etc. are respectively Boreal Neritic, Temperate Neritic, Tropical neritic, Boreal oceanic, Temperate oceanic, Tropical oceanic, Arctic and Boreal oceanic, Tropical and Temperate oceanic, Tropical and Temperate neritic etc.

In the column of « Place where collected » J., O., P., etc. mean respectively Japan sea, Ochotsk sea, Pacific ocean etc.

SPECIES	LOCAL DISTRIBUTION	Place where collected	DATE	
			1915	1916
Bacteriastrum varians	B. N.	J. O.	20 sept.	7 july
Chaetoceros affine	T. N.	J. O.	20 sept.	15 sept.
— atlanticum	B. N.	P. O.	25, 26, 28, 29, 30, 30, 31 july ; 6, 9, 19, 25 august ; 4 sept.	12, 18, 23 june ; 26, 28, 31 july ; 20 august ; 9, 10 oct.
— coarctatum	Tr. & T. N.	J. P.	3, 15 oct.	2, 9, 9, 10 oct.
— criophilum	B. N.	J. P. O.	17, 19, 22, 30, 31 july ; 6, 9, 19, 25 august; 4, 5, 5, 28, 28, 29 sept.	30 june ; 10, 19, 19, 26, 31 july ; 20 august.
— debile	B. N.	P. O.		21 june ; 7, 10, 25, 26 july ; 20 august.
— decipiens	B. N.	O.	6, 9 august	
— densum	B. N.	J. O.	25, 26 july ; 20 sept.	
— diadema	B. N.	O.		7, 10, 14 july
— didymum var. anglica	T. N.	O.	9 august	
— furcellatum	A. N.	O.		30 june ; 7, 10, 14 july ; 20 august
— Lorenzianum	Tr. & T. N.	P.		2 oct.
— secundum	B. N.	O.	31 july ; 19 august	
— seriacanthus	B. N.	O.	6 august	
— sociale	B. N.	O.		30 june ; 7, 10, 14, 19, 26 july ; 20 august ; 15 sept.
— Vanheurckii	Tr. & T. N.	P.		9, 10 oct.
Corethron criophilum	T. O.	P. O.	30 july ; 5 sept.	12 june
Coscinodiscus Asteromphalus	B. O.	P. O.	27 july ; 19 august	4, 18 june ; 31 july ; 4 august

— centralis	T. O.	O.	9 august	
— Granii	T. N.	P.	14 july	
— radiatus	T. N.	P. O.	27, 28, 29, 30, 30, 31 july	1 june
Ditylum sol	T. N.	P.		1, 3, 4, 4 june; 2, 7, 9 oct.
Eucampia biconcavum	Tr. O.	J.	20 sept.	
Nitzschia seriata	B. N.	O.		7 july
Palmeria hardmaniana	Tr. & T. O.	P.		9, 10 oct.
Rhizosolenia alata	T. O.	P. O.	28, 30, 30 july; 6, 9, 19 august	19, 19, 25 july; 2, 7, 10 oct.
— calcar-avis	T. O.	J. P.	20 sept.	2, 7, 10 oct.
— Castracanei	Tr. & T. O.	P.	15 oct.	
— Clevei		P.	15 oct.	
Rhizosolenia hebetata	A. O.	J. P. O.	17, 19, 28, 30, 30 july; 6, 9 august; 4, 20 sept; 14, 15 oct.	18, 23, 30 june; 7, 10, 19, 26, 31 july; 28 august; 2, 9, 10 oct.
— setigera	T. N.	P. O.	6 sept.	15 sept.; 9, 10 oct.
— styliformis	T. O.	P. O.	25, 28, 29, 30, 30, 31 july; 19, 25 august; 6 sept.	12, 30 june; 3, 25, 26, 28 july; 2, 9, 10 oct.
Skeletonema costatum	B. N.	O.	6 sept.	
Stephanopyxis nipponica	T. O.	P. O.	6, 9 august	4 june; 3, 19, 26, 31 july; 4 august.
— palmeriana	T. O.	O.		7 july
Thalassiosira decipiens	B. N.	O.	19 august	7 july
— gravida	A. & B. N.	P. O.		21, 23 june; 26 july
— Nordenskioldii	A. & B. N.	O.		7 july
Thalassiothrix longissima	B. O.	O.	30, 30 july	
— nitzschioides	T. N.	P. O.	9 august	3 july; 15 sept; 2 oct.

SPECIES	LOCAL DISTRIBUTION	Place where collected	DATE	
			1915	1916
Bacteriastrum varians	B. N.	J. O.	20 sept.	7 july
Chaetoceros affine	T. N.	J. O.	20 sept.	15 sept.
— atlanticum	B. N.	P. O.	25, 26, 28, 29, 30, 30, 31 july ; 6, 9, 19, 25 august ; 4 sept.	12, 18, 23 june ; 26, 28, 31 july ; 20 august ; 9, 10 oct.
— coarctatum	Tr. & T. N.	J. P.	3, 15 oct.	2, 9, 9, 10 oct.
— criophilum	B. N.	J. P. O.	17, 19, 22, 30, 31 july ; 6, 9, 19, 25 august ; 4, 5, 5, 28, 28, 29 sept.	30 june ; 10, 19, 19, 26, 31 july ; 20 august.
— debile	B. N.	P. O.		21 june ; 7, 10, 25, 26 july ; 20 august.
— decipiens	B. N.	O.	6, 9 august	
— densum	B. N.	J. O.	25, 26 july ; 20 sept.	
— diadema	B. N.	O.		7, 10, 14 july
— didymum var. anglica	T. N.	O.	9 august	
— furcellatum	A. N.	O.		30 june ; 7, 10, 14 july ; 20 august
— Lorenzianum	Tr. & T. N.	P.		2 oct.
— secundum	B. N.	O.	31 july ; 19 august	
— seriacanthus	B. N.	O.	6 august	
— sociale	B. N.	O.		30 june ; 7, 10, 14, 19, 26 july ; 20 august ; 15 sept.
— Vanheurckii	Tr. & T. N.	P.		9, 10 oct.
Corethron criophilum	T. O.	P. O.	30 july ; 5 sept.	12 june
Coscinodiscus Asteromphalus	B. O.	P. O.	27 july ; 19 august	4, 18 june ; 31 july ; 4 august
— centralis	T. O.	O.	9 august	
— Granii	T. N.	P.	14 july	
— radiatus	T. N.	P. O.	27, 28, 29, 30, 30, 31 july	1 june
Ditylum sol	T. N.	P.		1, 3, 4, 4 june ; 2, 7, 9 oct.
Eucampia biconcavum	Tr. O.	J.	20 sept.	
Nitzschia seriata	B. N.	O.		7 july
Palmeria hardmaniana	Tr. & T. O.	P.		9, 10 oct.
Rhizosolenia alata	T. O.	P. O.	28, 30, 30 july ; 6, 9, 19 august	19, 19, 25 july ; 2, 7, 10 oct.
— calcar-avis	T. O.	J. P.	20 sept.	2, 7, 10 oct.
— Castracanei	Tr. & T. O.	P.	15 oct.	
— Clevei		P.	15 oct.	
Rhizosolenia hebetata	A. O.	J. P. O.	17, 19, 28, 30, 30 july ; 6, 9 august ; 4, 20 sept ; 14, 15 oct.	18, 23, 30 june ; 7, 10, 19, 26, 31 july ; 28 august ; 2, 9, 10 oct.
— setigera	T. N.	P. O.	6 sept.	15 sept. ; 9, 10 oct.
— styliformis	T. O.	P. O.	25, 28, 29, 30, 30, 31 july ; 19, 25 august ; 6 sept.	12, 30 june ; 3, 25, 26, 28 july ; 2, 9, 10 oct.
Skeletonema costatum	B. N.	O.	6 sept.	
Stephanopyxis nipponica	T. O.	P. O.	6, 9 august	4 june ; 3, 19, 26, 31 july ; 4 august.
— palmeriana	T. O.	O.		7 july
Thalassiosira decipiens	B. N.	O.	19 august	7 july
— gravida	A. & B. N.	P. O.		21, 23 june ; 26 july
— Nordenskioldii	A. & B. N.	O.		7 july
Thalassiothrix longissima	B. O.	O.	30, 30 july	
— nitzschioides	T. N.	P. O.	9 august	3 july ; 15 sept ; 2 oct.

SPECIES	LOCAL DISTRIBUTION	Place where collected	DATE 1915	DATE 1916
Trichodesmium Thiebautii	Tr. O.	J. P.	3 oct.	9 oct.
Ceratium arcticum	A. O.	O.	19 august	7, 10, 25 july ; 20 august
— deflexum		J. P.	3 oct.	2, 7, 10 oct.
— fusus	T. O.	P. O.	22, 23, 23, 25, 26, 27, 27 july ; 25, 30 august ; 1, 4, 4, 5, 5, 6 sept.	1, 3, 4, 4, 12, 18, 21, 23, 30 june ; 3, 25, 28, 31 july ; 15 sept.
— gibberum	Tr. O.	P.		9 oct.
— gravidum	Tr. O.	P.		9 oct.
— inflexum		J. P.	3, 15 oct.	
— longinum	Tr. O.	P.		10 oct.
— longipes	B. N.	P. O.	19, 22, 23, 23, 25, 26, 27, 27, 28, 29, 30, 30 july ; 6, 9, 25, 30 august ; 1, 4, 4, 5, 5, 6 sept.	1, 3, 4, 4, 12, 18, 21, 23, 30 june ; 3, 25, 28, 31 july ; 15 sept.
— macroceras	Tr. & T. O.	J. P.	20, 29 sept.	2, 7, 9, 10 oct.
— trichoceras	Tr. & T. O.	J. P.	3, 15 oct.	
— tripos	T. O.	J. P.	14, 15, 17, 19 july ; 20 sept.	2, 7, 10 oct.
Ceratocorys horrida	Tr. O.	P.		10 oct.
Dinophysis homunculus var. tripos	Tr. O.	P.		2, 7, 10 oct.
— norvegica	T. O.	P. O.	18, 21, 30 june ; 28 july ; 20 august.	
— ovatum	A. O.	O.	28 july	
— Vanhoffenii	Tr. O.	O.	6 sept.	

Gonyaulax Levanderi	Tr. O.	O.	27 july ; 6 sept.	
Pyrophacus horologium	Tr. O.	P. O.	6 sept.	7 oct.
Peridinium conicoides		O.	19 august.	
— conicum	T. O.	P. O.	1, 6 sept.	1, 4 june ; 19 july ; 7 oct.
— crassipes	T. O.	J. P. O.	26, 27 july ; 25 august ; 20 sept.	20 august ; 15 sept.
— depressum	B. O.	P. O.	22, 25, 27, 28, 29, 30, 31 july ; 6, 9, 19, 25 august ; 1 sept.	3, 18, june ; 15 sept.
— inflexum		P.		10 oct.
— islandicum	A. N.	P. O.		18, 21, 30 june ; 25 august
— oceanicum	B. N.	O.		15 sept.
— pallidum	B. O.	P. O.	25, 27 july ; 19 august	7, 10 july ; 20 august ; 7 oct.
— parallelum	A. O.	P. O.	4, 4, 21, 23, 30 june ; 3, 25, 26 july	
— punctulatum		O.	19 august	
— Steini	B. O.	O.	27 july ; 6 august	
— subinermis	A. & B. O.	P.		7 oct.
— Thorianum	B. O.	P. O.		21, 30 june ; 7 july
— tumidum	T. O.	P. O.	6 sept.	2 oct.
Pyrocystis pseudonoctiluca	Tr. O.	J. P.	19 july ; 3, 15 oct.	2, 7, 9, 10 oct.
— fusiformis	Tr. O.	P.		9, 10 oct.
Halosphaera viridis	T. O.	P. O.	1, 4, 18, 23, 30 june ; 3, 14 july	
Zooplankton				
Cyttarocylis denticulatum	B. O.	J. P. O.	22, 26, 27, 28, 30, 30 july ; 9, 19, 30 august ; 4, 4, 28, 28 sept.	4, 12, 18, 21, 23, 30 june ; 3 july
— Ehrenbergii	B. O.	O.		15 sept.
Ptychocylus urnula	B. O.	P. O.	22 july ; 6, 9 august ; 1 sept.	12, 18, 30 june ; 3 july
Tintinnopsis acuminatus	B. O.	O.	6 sept.	

SPECIES	LOCAL DISTRIBUTION	Place where collected	DATE	
			1915	1916
Trichodesmium Thiebautii	Tr. O.	J. P.	3 oct.	9 oct.
Ceratium arcticum	A. O.	O.	19 august	7, 10, 25 july ; 20 august
— deflexum		J. P.	3 oct.	2, 7, 10 oct.
— fusus	T. O.	P. O.	22, 23, 23, 25, 26, 27, 27 july ; 25, 30 august ; 1, 4, 4, 5, 5, 6 sept.	1, 3, 4, 4, 12, 18, 21, 23, 30 june ; 3, 25, 28, 31 july ; 15 sept.
— gibberum	Tr. O.	P.		9 oct.
— gravidum	Tr. O.	P.		9 oct.
— inflexum		J. P.	3, 15 oct.	
— longinum	Tr. O.	P.		10 oct.
— longipes	B. N.	P. O.	19, 22, 23, 23, 25, 26, 27, 27, 28, 29, 30, 30 july ; 6, 9, 25, 30 august ; 1, 4, 4, 5, 5, 6 sept.	1, 3, 4, 4, 12, 18, 21, 23, 30 june ; 3, 25, 28, 31 july ; 15 sept.
— macroceras	Tr. & T. O.	J. P.	20, 29 sept.	2, 7, 9, 10 oct.
— trichoceras	Tr. & T. O.	J. P.	3, 15 oct.	
— tripos	T. O.	J. P.	14, 15; 17, 19 july ; 20 sept.	2, 7, 10 oct.
Ceratocorys horrida	Tr. O.	P.		10 oct.
Dinophysis homunculus var. tripos	Tr. O.	P.		2, 7, 10 oct.
— norvegica	T. O.	P. O.	18, 21, 30 june ; 28 july ; 20 august.	
— ovatum	A. O.	O.	28 july	
— Vanhoffenii	Tr. O.	O.	6 sept.	
Gonyaulax Levanderi	Tr. O.	O.	27 july ; 6 sept.	
Pyrophacus horologium	Tr. O.	P. O.	6 sept.	7 oct.
Peridinium conicoides		O.	19 august.	
— conicum	T. O.	P. O.	1, 6 sept.	1, 4 june ; 19 july ; 7 oct.
— crassipes	T. O.	J. P. O.	26, 27 july ; 25 august ; 20 sept.	20 august ; 15 sept.
— depressum	B. O.	P. O.	22, 25, 27, 28, 29, 30, 31 july ; 6, 9, 19, 25 august ; 1 sept.	3, 18, june ; 15 sept.
— inflexum		P.		10 oct.
— islandicum	A. N.	P. O.		18, 21, 30 june ; 25 august
— oceanicum	B. N.	O.		15 sept.
— pallidum	B. O.	P. O.	25, 27 july ; 19 august	7, 10 july ; 20 august ; 7 oct.
— parallelum	A. O.	P. O.	4, 4, 21, 23, 30 june ; 3, 25, 26 july	
— punctulatum		O.	19 august	
— Steini	B. O.	O.	27 july ; 6 august	
— subinermis	A. & B. O.	P.		7 oct.
— Thorianum	B. O.	P. O.		21, 30 june ; 7 july
— tumidum	T. O.	P. O.	6 sept.	2 oct.
Pyrocystis pseudonoctiluca	Tr. O.	J. P.	19 july ; 3, 15 oct.	2, 7, 9, 10 oct.
— fusiformis	Tr. O.	P.		9, 10 oct.
Halosphaera viridis	T. O.	P. O.	1, 4, 18, 23, 30 june ; 3, 14 july	
Zooplankton				
Cyttarocylis denticulatum	B. O.	J. P. O.	22, 26, 27, 28, 30, 30 july ; 9, 19, 30 august ; 4, 4, 28, 28 sept.	4, 12, 18, 21, 23, 30 june ; 3 july
— Ehrenbergii	B. O.	O.		15 sept.
Ptychocylus urnula	B. O.	P. O.	22 july ; 6, 9 august ; 1 sept.	12, 18, 30 june ; 3 july
Tintinnopsis acuminatus	B. O.	O.	6 sept.	

SPECIES	LOCAL DISTRIBUTION	Place where collected	DATE 1915	DATE 1916
Tintinnopsis Davidoffi		O.	6 sept.	
— Frokubi		J.	20 sept.	
— Mortenseni		O.	6 sept.	
Acanthometron pellucidum	Tr. O.	P.		2, 9, 9, 10 oct.
Aulosphaera labradoriensis	Tr. O.	P.		2, 9, 9, 10 oct.
Caunosphaera geometrica	Tr. O.	P.		1 june ; 10 oct.
Noctiluca miliaris	T. O.	P. O.	14 july ; 5 sept.	7, 9, 9, 10 oct.
Diphyes sp.		P. O.	25 july ; 7 oct.	14 oct.
Synchaeta sp.		O.		31 july
Sagitta bipunctata		J. P. O.	16, 19, 30 july ; 9 august ; 4, 28, 29, 29 sept. ; 15 oct.	1, 4, june ; 2, 7, 9, 9, 10 oct.
— enflata		J. P.	20 sept. ; 14 oct.	
— hexaptera		J. P. O.	6 august ; 3 oct.	1, 23, 30 june ; 19, 28, 31 july ; 4 august ; 15 sept. ; 2, 10 oct.
— minima		O.	29 july	
— robusta		P.	16 july	
Evadne Nordmanni	T. N.	P. O.	6 sept.	7, 9 oct.
— spinifera	T. N.	P.	14 july	7, 9, 10 oct.
Podon polyphemoides	T. N.	P.		10 oct.
Penilia orientalis	T. N.	P.		2, 9, 10 oct.
Cirripedia juv.		O.		23, 7 july
Acartia bifilosa	T. N.	P. O.	22, 25 july ; 10 august ; 5 sept.	1 june ; 9 oct.

— longiremis	T. N.	P. O.	31 july ; 1 sept.	3 june ; 31 july ; 4 august ; 15 sept.
Anomalocera Patersoni	Tr. & T. O.	P.	26 july ; 9 august	[illegible]
Calanus cristatus	B. O.	O.	19 august ; 5, 29, 29 sept.	26 july
— finmarchicus	A. & B. O.	P. O.	14, 16, 16, 28 july ; 1, 5, 5, 20, 28 sept. ; 11, 14 oct.	4, 30 june ; 19, 19, 31 july ; 4 august ; 7, 9, 10 oct.
— pauper	Tr. O.	J. P.	29 sept.	1, 3 june ; 9 oct.
— pulmchrus	A. & B. O.	P. O.	16, 19, 23, 23, 26, 27, 29, 30, 30, 31 july ; 25 august.	1, 3, 4, 18, 23, 30 june ; 3, 14, 26, 28, 31 july ; 4 august.
— tenuicornis	Tr. & T. O.	P.	16 july	9, 9 oct.
— vulgaris	Tr. & T. O	P.	15 oct.	9, 9 oct.
Centropages abdominalis	T. O. ?	O.	1 oct.	
— hamatus	T. N. ?	O.		15 sept.
Copilia mirabilis	Tr. & T. O.	J.	20 sept.	
Corycaeus danae	Tr. & T. O.	J. P.	20 sept. ; 3, 11, 14 oct.	
— speciosus	Tr. & T. O.	P.	15 oct.	2, 10 oct.
— venustus	Tr. & T. O.	P.		2, 7, 9 oct.
Drepanopsis sp.		P. O.	16 july	18, 21 july ; 15 sept. ; 9 oct.
Eucalanus attenuatus	Tr. & T. O.	P.	15 oct.	7, 9 oct.
Eucalanus elongatus	Tr. & T. O.	J. O	26 july ; 29 sept.	
— mucronatus	Tr. & T. O.	J.	29 sept.	
— oculanus	Tr. O. ?	P.		10 oct.
Euchaeta japonica	T. O.?	J.	29 sept.	
— marina	T. O.	J. P.	20 sept.	9, 9 oct.
— tonsa	T. O.	P.	9 sept.	
Euterpe acutifrons	Tr. O.	P.		2, 9 oct.

SPECIES	LOCAL DISTRIBUTION	Place where collected	DATE	
			1915	1916
Tintinnopsis Davidoffi		O.	6 sept.	
— Frokubi		J.	20 sept.	
— Mortenseni		O.	6 sept.	
Acanthometron pellucidum	Tr. O.	P.		2, 9, 9, 10 oct.
Aulosphaera labradoriensis	Tr. O.	P.		2, 9, 9, 10 oct.
Caunosphaera geometrica	Tr. O.	P.		1 june; 10 oct.
Noctiluca miliaris	T. O.	P. O.	14 july; 5 sept.	7, 9, 9, 10 oct.
Diphyes sp.		P. O.	25 july; 7 oct.	14 oct.
Synchaeta sp.		O.		31 july
Sagitta bipunctata		J. P. O.	16, 19, 30 july; 9 august; 4, 28, 29, 29 sept.; 15 oct.	1, 4, june; 2, 7, 9, 9, 10 oct.
— enflata		J. P.	20 sept.; 14 oct.	
— hexaptera		J. P. O.	6 august; 3 oct.	1, 23, 30 june; 19, 28, 31 july; 4 august; 15 sept.; 2, 10 oct.
— minima		O.	29 july	
— robusta		P.	16 july	
Evadne Nordmanni	T. N.	P. O.	6 sept.	7, 9 oct.
— spinifera	T. N.	P.	14 july	7, 9, 10 oct.
Podon polyphemoides	T. N.	P.		10 oct.
Penilia orientalis	T. N.	P.		[illegible], 9, 10 oct.
Cirripedia juv.		O.		23, 7 july
[illegible]	T. N.	P. O.	22, 25 july; 19 august; 5 sept.	[illegible] june; 9 oct.
— longiremis	T. N.	P. O.	31 july; 1 sept.	3 june; 31 july; 4 august; 15 sept.
Anomalocera Patersoni	Tr. & T. O.	P.	26 july; 9 august	3 1
Calanus cristatus	B. O.	O.	19 august; 5, 29, 29 sept.	26 july
— finmarchicus	A. & B. O.	P. O.	14, 16, 16, 28 july: 1, 5, 5, 20, 28 sept.; 11, 14 oct.	4, 30 june; 19, 19, 31 july; 4 august; 7, 9, 10 oct.
— pauper	Tr. O.	J. P.	29 sept.	1, 3 june; 9 oct.
— pulmchrus	A. & B. O.	P. O.	16, 19, 23, 23, 26, 27, 29, 30, 30, 31 july; 25 august.	1, 3, 4, 18, 23, 30 june; 3, 14, 26, 28, 31 july; 4 august.
— tenuicornis	Tr. & T. O.	P.	16 july	9, 9 oct.
— vulgaris	Tr. & T. O	P.	15 oct.	9, 9 oct.
Centropages abdominalis	T. O. ?	O.	1 oct.	
— hamatus	T. N. ?	O.		15 sept.
Copilia mirabilis	Tr. & T. O.	J.	20 sept.	
Corycaeus danae	Tr. & T. O.	J. P.	20 sept.; 3, 11, 14 oct.	
— speciosus	Tr. & T. O.	P.	15 oct.	2, 10 oct.
— venustus	Tr. & T. O.	P.		2, 7, 9 oct.
Drepanopsis sp.		P. O.	16 july	18, 21 july; 15 sept.; 9 oct.
Eucalanus attenuatus	Tr. & T. O.	P.	15 oct.	7, 9 oct.
Eucalanus elongatus	Tr. & T. O.	J. O	26 july; 29 sept.	
— mucronatus	Tr. & T. O.	J.	29 sept.	
— oculanus	Tr. O. ?	P.		10 oct.
Euchaeta japonica	T. O.?	J.	29 sept.	
— marina	T. O.	J. P.	20 sept.	9, 9 oct.
— tonsa	T. O.	P.	9 sept.	
Euterpe acutifrons	Tr. O.	P.		2, 9 oct.

SPECIES	LOCAL DISTRIBUTION	Place where collected	DATE	
			1915	1916
Labidocera Wollastoni	Tr. O.	P.		2, 10 oct.
— pavo	Tr. O.	P.		9 oct.
Lucicutia grandis		J. O	28 sept.	14, 19 july ; 15 sept.
Metridia longa	A. O.	J. P. O.	4, 5, 5, 28, 29, 29 sept.	21 june ; 7, 10, 28 july ; 20 august ; 15 sept.
Microsetella norvegica	T. O.	J. P. O.	22 july ; 4, 5, 5, 28, 29, 29 sept.	2, 9, 10 oct.
Oithona plumifera	T. O.	P.		1, 4 june ; 9, 9, 10 oct.
— similis		J. P. O.	16, 17, 19, 22, 25, 26, 27, 27, 28, 29, 30, 30 july ; 9, 30 august ; 1, 4, 4, 5, 6, 20, 28, 29 sept.	1, 3, 4, 18, 21, 23, 30 july ; 3, 25, 26, 28, 31 july ; 20 august ; 15 sept. ; 7 oct.
Oncaea venusta	T. O.	J. P.	20 sept.	2, 7, 9, 9 oct.
Pontella Chierchiæ	Tr. & T. O.	J. P.	3, 11, 14 oct.	
— longipedata	Tr. & T. O.	J. O.	1, 28 sept	
— Whittelegii	Tr. & T. O.	J.	20 sept.	
Pseudocalanus elongatus		J. P. O.	14, 16, 19, 22, 23, 23, 25, 26, 27, 27, 31 july ; 6, 25, 30 august ; 4, 5, 5, 6, 20 sept.	1, 3, 4, 23, 30 june ; 3, 19, 25, 26, 28 july ; 20 august ; 7, 9, 10 oct.
Pseudolovenula magna	B. O. ?	J. P. O.	19, 25 july ; 29 sept.	12 june
Sapphirina gemma	Tr. & T. O.	P.	11, 14, 15 oct.	
Temora discaudata		P.	15 oct.	9 oct.
— longicornis		P.		10 oct.
Scolecithrix danae		P.		9 oct.

Copepoda juv.			27, 30 july ; 9 august ; 29 sept.	18, 21 june ; 7 july
Hemilamprops cristata ?		O.		23 june
Calliopus sp.	A. O. ?	P. O.	16 july ; 1, 4 sept.	
Hyperia galba	A. O.	P. O.	16 july ; 5 sept.	30 june ; 4 august
Parathemisto oblivia	A. O.	J. P. O.	25, 26, 27, 28, 29, 31 july ; 25, 30 august ; 4, 6, 28, 29 sept. ; 14 oct.	3, 4, 30 june ; 3, 7, 10, 14, 25 july ; 20 august.
Euphausia Lanei		P.	17 july	3 june ; 2 oct.
— Milleri		J.	29 sept.	
Siriella sp.		O.	31 july	
Thysanoessa gregaria		J.	29 sept.	
Zoea of Paralithodes camtchatica	B. N.	O.	30 august	19, 28 july
Megalopa of P. camtchatica	B. N.	O.	22, 31 july ; 9, 19 august ; 1 sept.	
Clio borealis	A. O.	O.		30 june
— limacina	A. O.	O.	30 august.	
Limacina arctica	A. O.	O.		30 june ; 3, 14, 19 july ; 4 august
Lamellibranchiata juv.		O.	6, 9 august.	
Auricularia juv.		O.	19 august.	
Ophiopluteus juv.		P.		7, 10 oct.
Chætopoda juv.		O.		31 july ; 4 august
Oikopleura sp.		J. P. O.	20 sept. ; 14, 15 oct.	26 july ; 15 sept. ; 7, 9, 9, 10 oct.
Doliolum Krohni ?		J. P.	20 sept.	2, 9 oct.
Salpa fusiformis		P.	11, 14, 15 oct.	10 oct.
Eggs of Engraulis japonica		P.	14, 17 july	
Eggs of Gadus macrocephalus		O.		14, 19, 19, 28 july
Post-larval stage of G. macrocephalus		O.	30 august	14, 19 july

SPECIES	LOCAL DISTRIBUTION	Place where collected	DATE 1915	DATE 1916
Labidocera Wollastoni	Tr. O.	P.		2, 10 oct.
— pavo	Tr. O.	P.		9 oct.
Lucicutia grandis		J. O	28 sept.	14, 19 july ; 15 sept.
Metridia longa	A. O.	J. P. O.	4, 5, 5, 28, 29, 29 sept.	21 june ; 7, 10, 28 july ; 20 august ; 15 sept.
Microsetella norvegica	T. O.	J. P. O.	22 july ; 4, 5, 5, 28, 29, 29 sept.	2, 9, 10 oct.
Oithona plumifera	T. O.	P.		1, 4 june ; 9, 9, 10 oct.
— similis		J. P. O.	16, 17, 19, 22, 25, 26, 27, 27, 28, 29, 30, 30 july ; 9, 30 august ; 1, 4, 4, 5, 6, 20, 28, 29 sept.	1, 3, 4, 18, 21, 23, 30 july ; 3, 25, 26, 28, 31 july ; 20 august ; 15 sept. ; 7 oct.
Oncaea venusta	T. O.	J. P.	20 sept.	2, 7, 9, 9 oct.
Pontella Chierchiæ	Tr. & T. O.	J. P.	3, 11, 14 oct.	
— longipedata	Tr. & T. O.	J. O.	1, 28 sept	
— Whittelegii	Tr. & T. O.	J.	20 sept.	
Pseudocalanus elongatus		J. P. O.	14, 16, 19, 22, 23, 23, 25, 26, 27, 27, 31 july ; 6, 25, 30 august ; 4, 5, 5, 6, 20 sept.	1, 3, 4, 23, 30 june ; 3, 19, 25, 26, 28 july ; 20 august ; 7, 9, 10 oct.
Pseudolovenula magna	B. O. ?	J. P. O.	19, 25 july ; 29 sept.	12 june
Sapphirina gemma	Tr. & T. O.	P.	11, 14, 15 oct.	
Temora discaudata		P.	15 oct.	9 oct.
— longicornis		P.		10 oct.
Scolecithrix danae		P.		9 oct.
Copepoda juv.			27, 30 july ; 9 august ; 29 sept.	18, 21 june ; 7 july
Hemilamprops cristata ?		O.		23 june
Calliopus sp.	A. O. ?	P. O.	16 july ; 1, 4 sept.	
Hyperia galba	A. O.	P. O.	16 july ; 5 sept.	30 june ; 4 august
Parathemisto oblivia	A. O.	J. P. O.	25, 26, 27, 28, 29, 31 july ; 25, 30 august ; 4, 6, 28, 29 sept. ; 14 oct.	3, 4, 30 june ; 3, 7, 10, 14, 25 july ; 20 august.
Euphausia Lanei		P.	17 july	3 june ; 2 oct.
— Milleri		J.	29 sept.	
Siriella sp.		O.	31 july	
Thysanoessa gregaria		J.	29 sept.	
Zoea of Paralithodes camtchatica	B. N.	O.	30 august	19, 28 july
Megalopa of P. camtchatica	B. N.	O.	22, 31 july ; 9, 19 august ; 1 sept.	
Clio borealis	A. O.	O.		30 june
— limacina	A. O.	O.	30 august.	
Limacina arctica	A. O.	O.		30 june ; 3, 14, 19 july ; 4 august
Lamellibranchiata juv.		O.	6, 9 august.	
Auricularia juv.		O.	19 august.	
Ophiopluteus juv.		P.		7, 10 oct.
Chætopoda juv.		O.		31 july ; 4 august
Oikopleura sp.		J. P. O.	20 sept. ; 14, 15 oct.	26 july ; 15 sept. ; 7, 9, 9, 10 oct.
Doliolum Krohni ?		J. P.	20 sept.	2, 9 oct.
Salpa fusiformis		P.	11, 14, 15 oct.	10 oct.
Eggs of Engraulis japonica		P.	14, 17 july	
Eggs of Gadus macrocephalus		O.		14, 19, 19, 28 july
Post-larval stage of G. macrocephalus		O.	30 august	14, 19 july

Famille CALANIDÆ

1. **Calanus plumchrus**, sp. nov.

(Plate 1, figs. 1-9)

Female. — Head defined from each other. Frontal part of the head and lateral corners of the last thoraxsegments rounded. Anterior antennae long and slender, reaching to the end of body and calculating 25 articulations, though the 1st. and 2nd., the 8th. and 9th. coalesced with one another, supplied anteriorly with comparatively short and uniform bristles; penultimate and antepenultimate articulations with unusually strong and densely plumose setae behind. The terminal end of 2nd. joint of basalpodite of 2nd. to 4th. pairs of legs spinally protruding. 1st. basal joint of last pair of legs neither denticulating nor exhibiting any plumose setae along the inner ledge; each of endo - and exo - podite articulated. Abdomen consisting of 4 segments and caudal rami or furca with strong and very slender inner setae; carrying along its axis horizontally and vertically fine numerous plumose, the horizontal thicker than the other. Length of the body 4.2 — 5.2 mm. Colour whitish pellucid; the plumose setae of anterior antennae and caudal rami bright red, often tinged with orange brown.

Male. — Were not met with.

Notes. — This is at first glance like *C. finmarchicus.* It is, however, on a closer examination, distinguished from that species by the stucture of inner ledge of 1st. joint of basalpodite of 5th. pair of legs and 2nd. inner setae of caudal rami. The present form is especially formed in cold water, occuring abundantly in almost all specimens of plankton taken in Ochotsk sea and in some places from Nemuro to cape Inuboye.

Loc. — North Pacific; 37°, 10' N., 143°, 10' E.; 40°,47' N., 142°,30' E.; 42°,55' N., 145°,30' E.; 46°,04' N., 154°,10' E.

Ochotsk sea; 45°,12' N., 144°, 21' E.; 45°,27' N., 144°,23' E.; 47°,20' N., 148°,28' E.; 47°,58' N., 148°,40' E.; 50°,05' N., 152°,55' E. ; 50°,33' N., 153°,40' E. ; 50°,41' N., 155°,18' E. ; Bay of Murakami, Isl. Paramushiru.

2. **Eucalanus oculanus,** sp. nov.

(Plate 4, figs. 1-14)

The head completely fused with first thoracic segment. The fourth and fifth thoracic segments distinctly separated. The last thoracic segment with rounded extremities. The rostrum well defined and prolonged into two comparatively sharp points. The antennae 24 jointed, extending beyond the end of the furca by three joints. The mouth organs and the swimming feet of a structure similian to the other members of this genus ; the fifth pair of feet wanting in female ; in male present, consisting of one-jointed exopodite with terminal setae attached to a two-jointed basipodite. The following characteristics separate this from the other species of this genus.

1. The head possess a pair of oblong lense-liked eyes.

2. Carapace of the cephalothoracic segments is covered with numerous fine short hairs.

3. The abdomen consists of two joints in female and three joints in male.

Length of body 3.2 mm. in female, 2.8 — 3.0 mm. in male.

Loc. — 37°,35' N., 144°,40' E. (Off the cape Kinkazan).

3. **Euchaeta japonica,** sp. nov.

(Plate 1, fig. 14 ; Pl. 2, figs. 5-10 ; Pl. 3, figs. 1-7)

Female. — Form of anterior division of body, seen dorsally : oblong fusiform in outline, greatest width slightly greater than 1/3 of the length, anterior extremity about equal to the posterior. Head faintly defined from 1st. thoraxsegment, rostral ledge very slightly prominent.

Lateral lobes of last thoraxsegment somewhat prolonged exhibiting at the tip a small nodiform projection ; on the ventral ledge almost no hairs ; the dorsal clothed with comparatively long and thick hairs.

Posterior division comparatively short, not extending half length of the anterior division. Genital segment somewhat symmetrical with the proximal part narrow; genital protuberance very large and thick, issuing from about the middle of the segment, extending somewhat obliquely behind; its apical part becoming a broad simple rounded tip. The 2nd. and 3rd. abdominal segments each at postdorsal ledge denticulated with some small spines. Innermost but one of the caudal setae almost twice as long as the others; appendicular bristle, issuing from the inner corner of caudal rami, exceedingly elongated, almost attaining the length of the whole body. Anterior antennae slightly attaining the length of the whole body. Anterior antennae slightly attaining in length the posterior part of the genital segment of abdomen; articulating from 24 joints; the last two articulations coalescent. Exo and endopodite of posterior antennae both about equal in length; 2nd. articulation of the endopodite carries 8 + 5 setae. 1st. maxille exhibits 4 at 2nd. joint of basipodite, 9 at exopodite and 4 setae at the last joint of endopodite. 1st. pair of legs concaved at outer ledge of its 1st. joint of basipodite. 2nd. pair of legs comparatively changed in form at the last joint of its exopodite, from the same of 3 rd. or 4 th. pairs of legs; the spine of 2 nd. joint of its exopodite very long, exceeding the middle of the 1st. spine on the 3 rd. The 5 th. pair of legs always wanting. Length of body about 8^{mm}.

Male. — Head coalescent with 1st. thoraxsegment. Abdomen 5 articulated; caudal segment very short. Anterior antennae 24 articulated; may be calculated as 21 articulations, by uniting the 9 th. with the 11 th. joint and the 23 rd. with the 24 th. 5 th. pair of legs exo and endo-podite; the left endopodite 1/2 as long as that of right; each podite single jointed; perhaps an immature form. Length of body 5-6^{mm}.

Notes. — This form is closely allied to *E. norvegica*, but is apparently distinct as respects the structure of the last dorsal segment and genital protuberance etc.

Loc. — Japan sea; from the depth about 200 fathoms at the position of 41°,45' N., 143°,00' E.

Famille CENTROPAGIDÆ

4. **Pseudolovenula magna,** gen. et sp. nov.

(Plate 1, figs. 10-13; Pl. 2, figs. 1-4)

Female. — Body slender and fusiform in anterior division; apparently 6 articulated; with the head defined completely from the 1st. thoraxsegment; the last thoraxsegment, rounded in its lateral corners, from the 5 th. cephalothoraxsegment. Posterior division 3 jointed. Anterior antennae 24 articulated; long and slender; 5 posterior articulations exceed over the end of the body. Exopodite of posterior antennae 8 articulated. Maxilliped longer than 2 nd. maxille, with the basipodite, consisting of two elongated joints; the last joint of which exhibiting 3 elongated but not claw-like formed setae. Each one of the endo-and exopodite of 1st.-4 th. pairs of legs 1 jointed. Length of body 5-7^{mm}. Colour whitish pellucid.

Male. — Were not met with.

Notes. — This new genus is allied *Lovenula*; but differs from the latter in the stucture of cephalothorax, abdominal segments, maxilliped and 5 th. pair of legs. According to these generic characteristics this form apparently should be treated as a new species. This species notice to cold water; occuring in several places, where water shows a low temperature.

Loc. — North Pacific; 41°, 44' N., 144°, 40' E.; 42° 55' N., 145°, 30' E.

Ochotsk sea; 47°, 13' N., 148°, 12' E.

Japan sea; 41°, 42' N., 133°, 50' E.

EXPLANATION OF THE PLATES

PLATE I

Calanus plumchrus, sp. nov.

			Magni.
Fig. 1.	Female,	dorsal	16
— 2.	—	lateral	16
— 3.	—	lst. antennae	16, 1
— 4.	—	2nd. antennae	69, 1
— 5.	—	Mandible	71
— 6.	—	Maxilliped	70
— 7.	—	1 st. pair of legs	57, 1
— 8.	—	3 rd.	57, 1
— 9.	—	5 th.	66, 4

Pseudolovenula magna, gen. et sp. nov.

			Magni.
Fig. 10.	Female,	2 nd. antennae	71
— 11.	—	2 nd. maxille	71, 7
— 12.	—	Maxilliped	71, 7
— 13.	—	lst. pair of legs	57, 1

Euchaeta japonica, sp. nov.

			Magni.
Fig. 14.	Female,	Head, lateral	53, 2

PLATE II

Pseudolovenula magna, gen. et sp. nov.

			Magni.
Fig. 1.	Female,	dorsal	16
— 2.	—	lateral	15, 1
— 3.	—	4 th. pair of legs	57, 1
— 4.	—	5 th. pair of legs	53, 2

Euchaeta japonica, sp. nov.

			Magni.
Fig.	5.	Female, dorsal	13,4
—	6.	— Abdomen, ventral	11,6
—	7.	Male, Abdomen, lateral	13,4
—	8.	— 1 st. antennae, left.	16
—	9.	— 2 nd. antennae	44,4
—	10.	— Maxille	65,4

PLATE III

Euchaeta japonica, sp. nov.

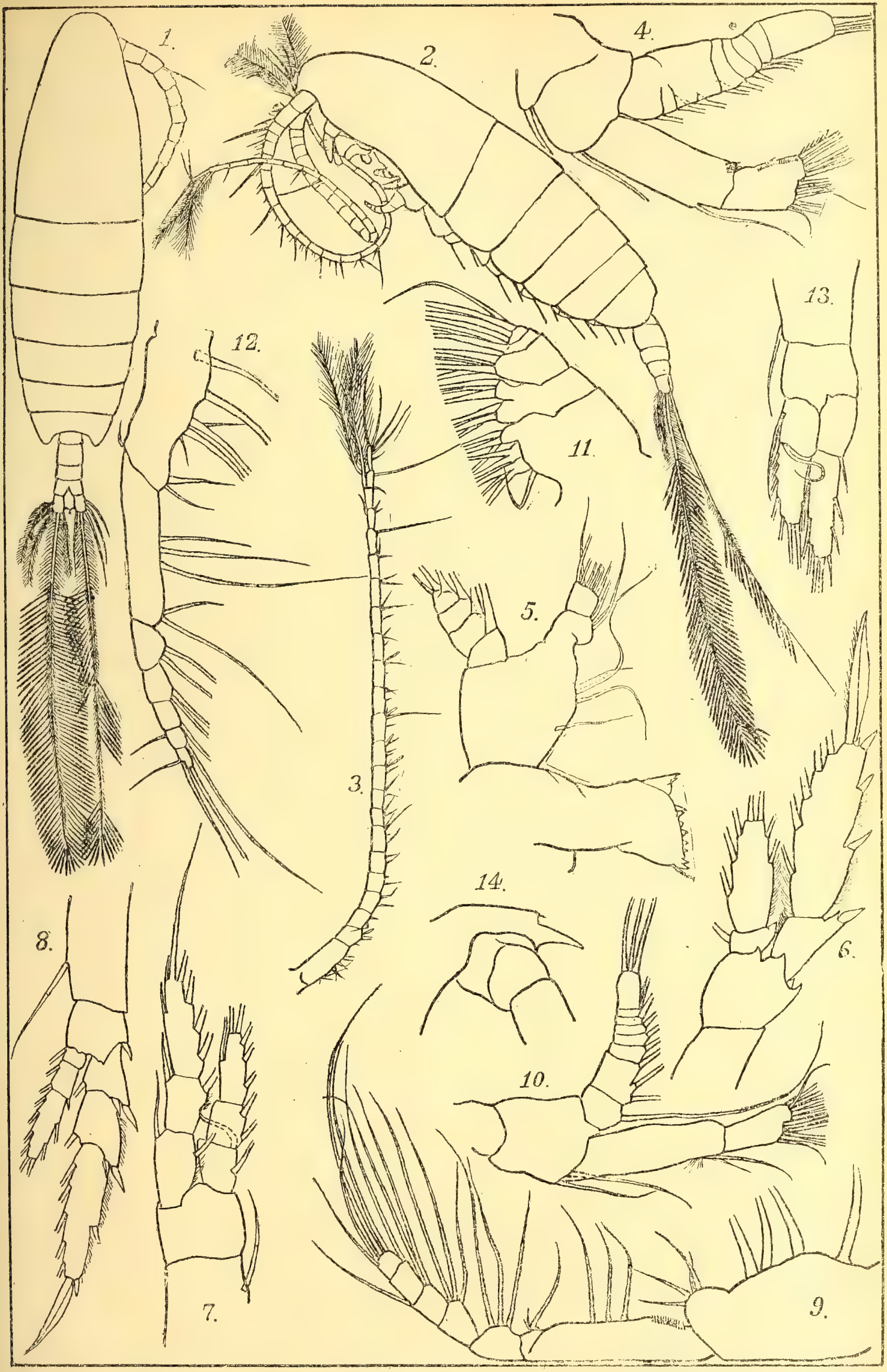
			Magni.
Fig.	1.	Female lateral	13,4
—	2.	Male, dorsal	14,2
—	3.	— Maxilliped	42,5
—	4.	Female, 1 st. pair of legs	53,2
—	5.	— 2 nd. pair of legs	57,1
—	6.	— 4 th. pair of legs	57,1
—	7.	Male, 5 th. pair of legs	53,2

PLATE IV

Eucalanus oculanus, sp. nov.

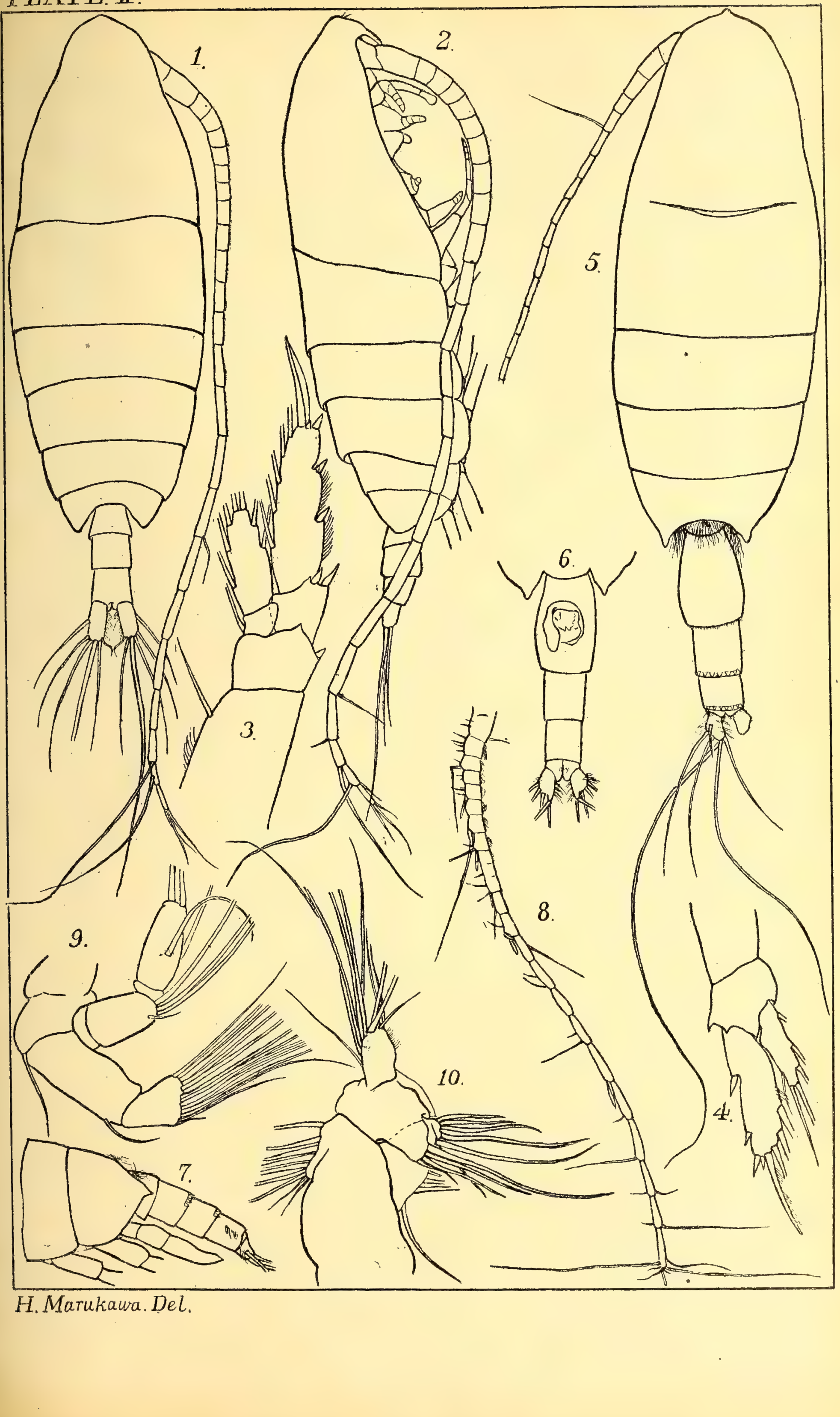
			Magni.
Fig.	1.	Male, dorsal	26,8
—	2.	— lateral	26,8
—	3.	— Ventral of rostrum	43,4
—	4.	Female, dorsal of hinter part of body	45,2
—	5.	— lateral of hinter part of body	44,4
—	6.	Male, 2 nd. antennae	73,5
—	7.	— Mandible	76,2
—	8.	— 1 st. maxille	69,1
—	9.	— 2 nd. maxille	70
—	10.	— Maxilliped	71
—	11.	— 1 st. pair of legs	131
—	12.	— 2 nd. pair of legs	73,5
—	13.	— 4 th. pair of legs	87
—	14.	— 5 th. pair of legs	135

PLATE. I.


1.
2.
4.
13.
12.
11.
3.
5.
6.
14.
8.
7.
10.
9.

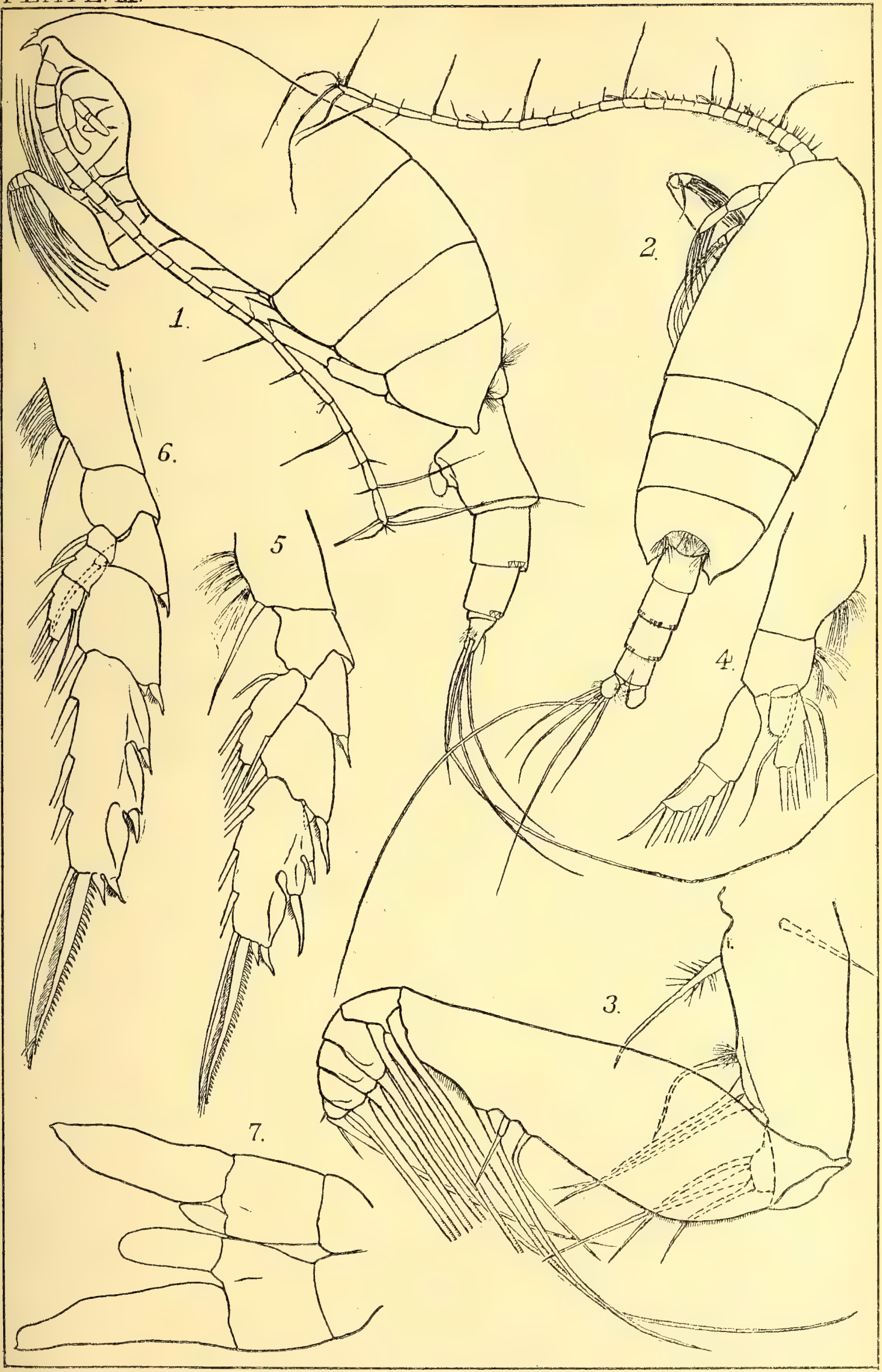
H. Marukawa. Del.

PLATE II.


1.
2.
5.
3.
6.
8.
9.
10.
4.
7.

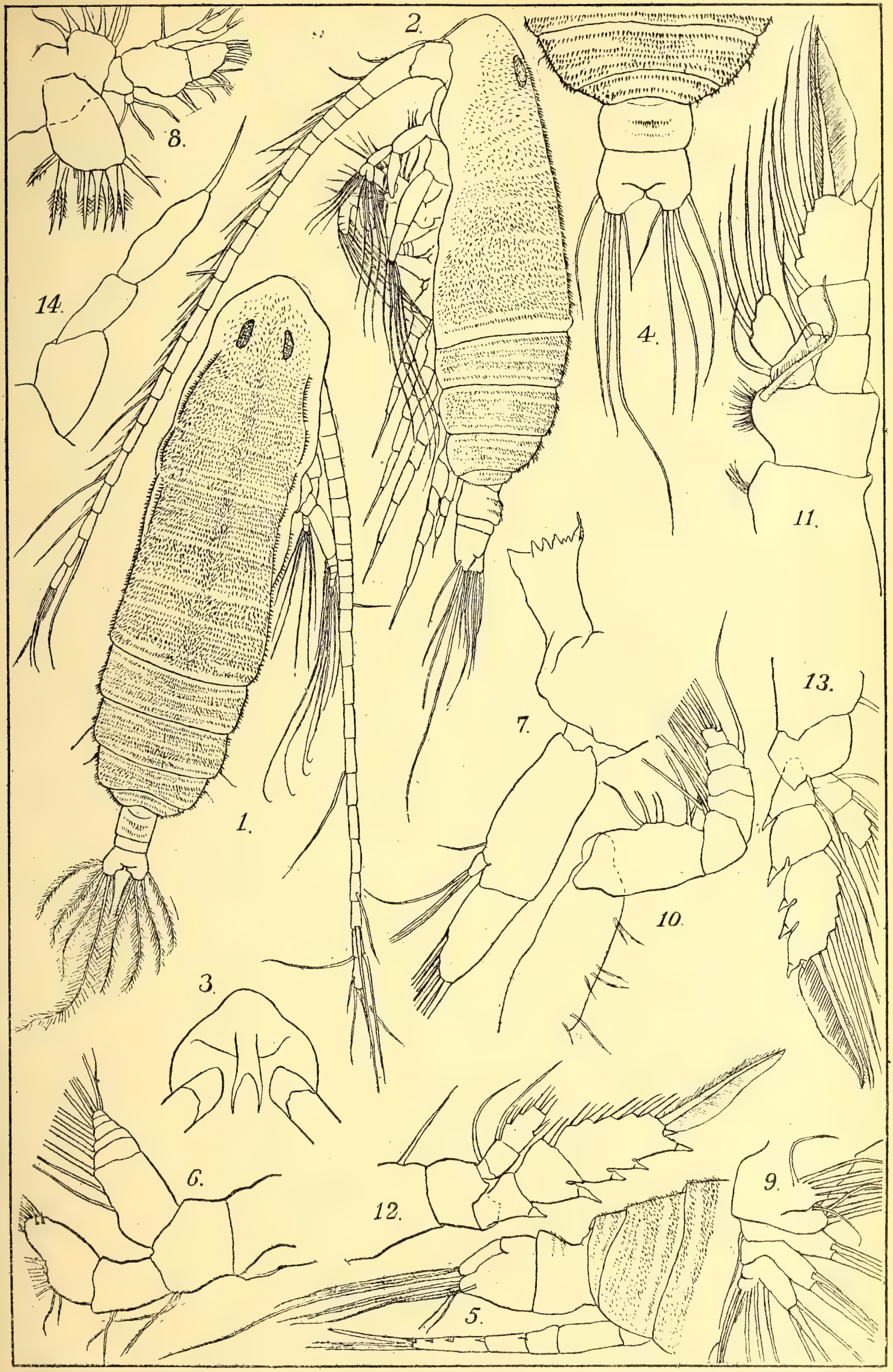
H. Marukawa. Del.

PLATE. III.

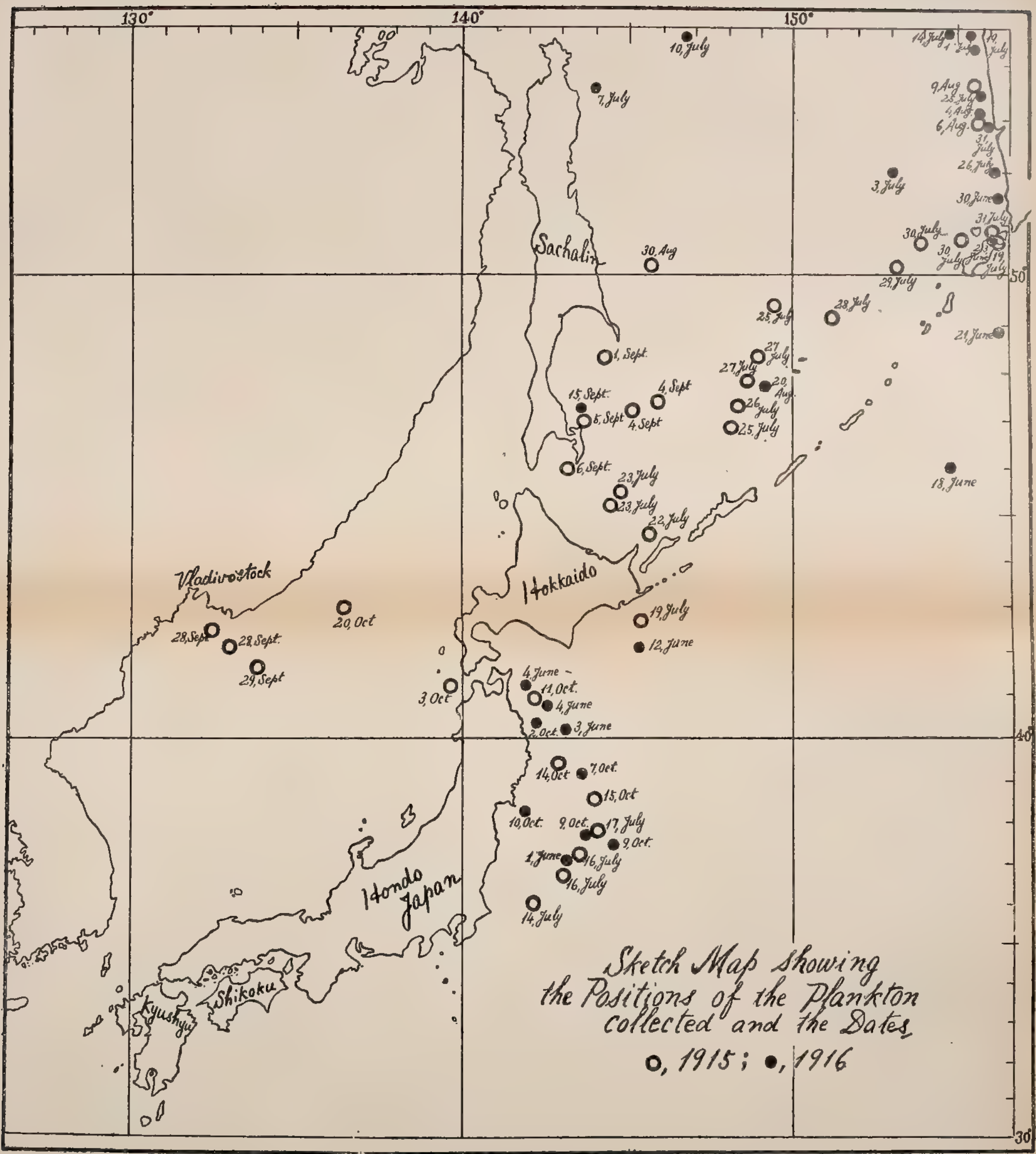


H. Marukawa Del.

PLATE IV.


2.
8.
4.
14.
11.
1.
7.
13.
10.
3.
6.
12.
9.
5.

H. Marukawa, Del.


130°
140°
150°
50°
40°
30°
Sachalin
Vladivostock
Hokkaido
Hondo Japan
Shikoku
Kyushyu
10, July
7, July
14, July
1, July
19, July
9, Aug
25, July
4, Aug.
6, Aug.
31, July
26, July
3, July
30, June
31, July
30, July
30, July
21, June
19, July
29, July
28, July
25, July
21, June
30, Aug
1, Sept.
27, July
27, July
20, Aug.
26, July
25, July
15, Sept.
5, Sept
4, Sept
4, Sept
6, Sept.
18, June
23, July
23, July
22, July
20, Oct
28, Sept
28, Sept.
29, Sept
19, July
12, June
3, Oct
4, June
11, Oct.
4, June
2, Oct.
3, June
14, Oct
7, Oct.
15, Oct
10, Oct.
9, Oct.
17, July
9, Oct.
1, June
16, July
16, July
14, July

Sketch Map showing the Positions of the Plankton collected and the Dates.

○, 1915; ●, 1916

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

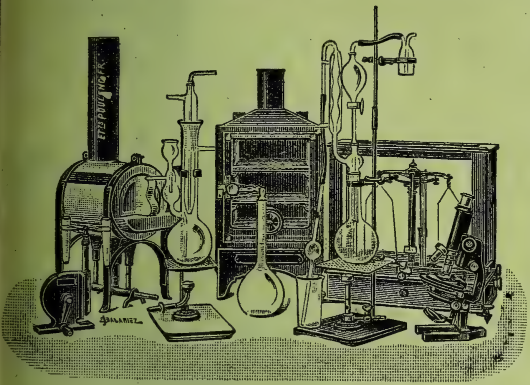
122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :
CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

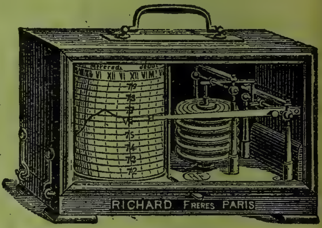
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

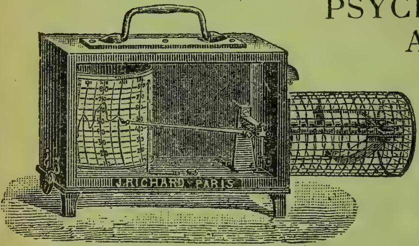
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

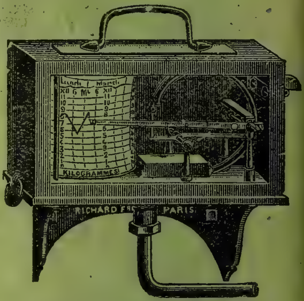

RICHARD FRÈRES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

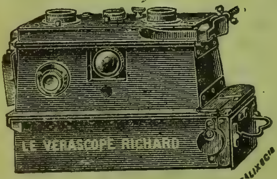
Thermomètre enregistreur

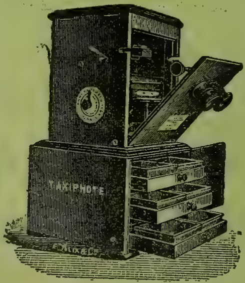
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD Fres PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



- VÉRASCOPE -
GLYPHOSCOPE
- TAXIPHOTE -

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue Paris

15,3,20

N° 385. 20 Février 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Recherches Biologiques sur le Plankton.

Par **Maurice ROSE**

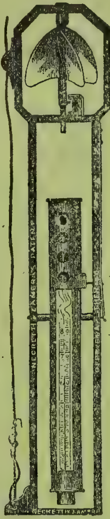
Agrégé de l'Université, Professeur au Prytanée Militaire.

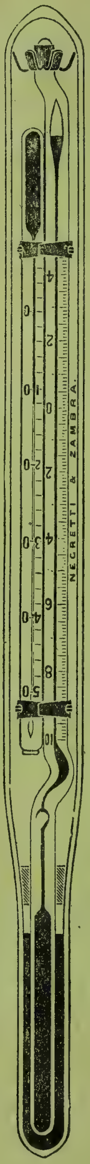
(Troisième note)

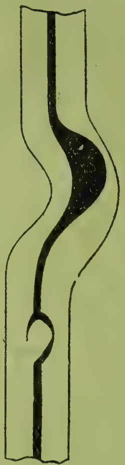
Smithsonian Institution
JUL 16 1921
252749
National Museum.

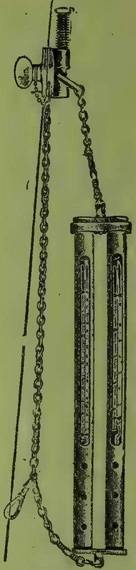
MONACO

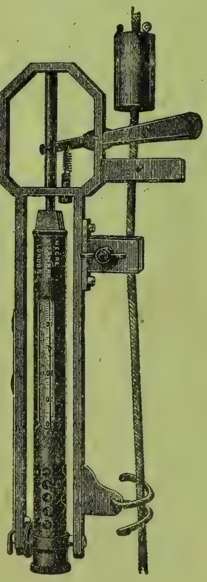
THERMOMÈTRES
A RENVERSEMENT

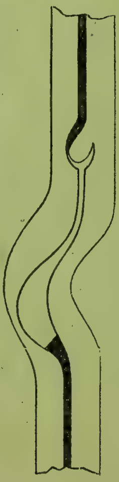

NEGRETTI & ZAMBRA'S PATENT
NEGRETTI & ZAMBRA

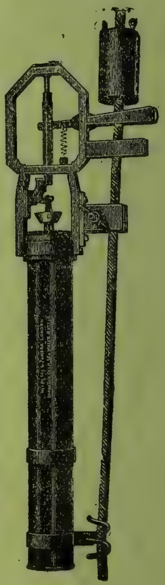

NEGRETTI & ZAMBRA.











NEGRETTI & ZAMBRA

38, Holborn Viaduct, E. C. I.

LONDON

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 385. — 20 février 1921.

Recherches Biologiques sur le Plankton.

Par **Maurice ROSE**
Agrégé de l'Université, Professeur au Prytanée Militaire.

(Troisième note)

En juillet 1912 et en décembre 1913, nous avons, ici même, publié deux notes [1] condensant le résultat de nos recherches sur les Cladocères d'eau douce (*Daphne longispina*) et sur le plankton marin de Roscoff. Après une interruption prolongée de nos travaux, due à la guerre, nous avons repris nos études sur le même sujet. C'est le résumé de deux campagnes faites pendant la belle saison (août et septembre) à la station biologique de Roscoff, qui se trouve exposé dans le travail qui suit.

Nos recherches ont porté presqu'exclusivement sur les Copépodes, que nous avons étudiés avec soin, tant au point de vue des réactions vis-à-vis des facteurs physico-chimiques du milieu, qu'au point de vue de la systématique. Nous nous proposons d'ailleurs de dépouiller la faune des Copépodes roscovites, d'en donner la liste et les variations saisonnières. Ici, nous ne nous occuperons que de leurs réactions étudiées au laboratoire et de leurs variations verticales.

Les pêches planktoniques ont été faites dans des conditions très variées : en surface, en profondeur, aux diverses heures de la journée, à divers moments de la marée, de jour ou de nuit, par beau temps calme et plat ou par forte houle, par le soleil ou la pluie, etc. Toujours elles ont eu lieu dans les mêmes parages, avec le même filet et ont été de même durée. La température de l'eau a été prise maintes fois, de la surface au fond. Bref, nous avons conduit l'exploration de la mer avec toute la rigueur compatible avec les moyens dont nous disposions au laboratoire, les ressources en matériel et en personnel. Nous avons ainsi pu recueillir une masse considérable de documents et de matériel. Ce dernier a été examiné systématiquement en dehors des périodes actives et sera décrit plus tard.

---

[1] Bulletin de l'Institut Océanographique. Monaco.
Recherches Biologiques sur le Plankton (1re *note*). N° 237, 10 juillet 1912.
Recherches Biologiques sur le Plankton (2e *note*). N° 276, 15 décembre 1913.

Dès le retour au laboratoire, le plankton recueilli était trié et soumis à diverses expériences, destinées à essayer de déterminer l'action des différents facteurs agissant sur la répartition, leur rôle relatif, la valeur minimum que doit avoir leur intensité pour produire un effet net, la position du seuil d'excitation pour chacun d'eux et pour chacune des espèces dominantes.

Les expériences réalisées peuvent se grouper sous deux chefs principaux. Les unes ont été faites dans des milieux homogènes, les autres dans des milieux hétérogènes. Dans un cas comme dans l'autre, nous avons étudié surtout l'action des facteurs suivants : lumière, température, concentration, acides, bases, sels, oxydants, réducteurs.

I. MILIEUX HOMOGÈNES

A. Lumière.

1. *Milieu chimiquement normal.*

Décantons du plankton frais, bien vivant, dans un grand cristallisoir plein d'eau de mer et portons le en face d'une fenêtre bien éclairée, en évitant la lumière solaire directe. On voit, au bout de quelques minutes, les Copépodes se répartir en deux groupes d'importances inégales. La majeure partie se dirige vers la fenêtre et constitue une population dense et compacte. Ce sont des formes douées d'un héliotropisme positif très net et très intense. Très souvent, si le plankton est très hétérogène les espèces de la surface sont différentes de celles du fond. Il y a un commencement de séparation verticale des espèces. Un autre groupe se place à l'opposé de la lumière, mais toujours en profondeur. Ces formes sont héliotropiquement négatives. Sur les côtés, les 2 groupes se raccordent insensiblement l'un à l'autre, et un examen attentif et soutenu permet de constater qu'il y a un échange continuel d'individus entre le groupe positif et le groupe négatif.

Prélevons à la pipette des espèces positives et plaçons les dans une cuvette rectangulaire en verre, reposant sur un papier noir. Disposons cette cuvette un peu obliquement par rapport à la direction des rayons lumineux. Au bout d'un temps variable, mais qui paraît étroitement en rapport avec l'intensité lumineuse (d'autant plus court qu'elle est plus forte), on obtient quatre groupes bien distincts ; un dans chaque angle de la cuvette. Et chacun de ces groupes est franchement caractérisé par une ou plusieurs espèces dominantes ; souvent ce sont des stades évolutifs qui sont ainsi caractéristiques, et parfois la séparation réalisée est d'une précision extraordinaire.

Vers la mi-août, le plankton roscovite, au point de vue des Copépodes, est approximativement constitué de la manière suivante. On trouve environ 30 °/o d'*Acartia Clausi*, dont 5 °/o de formes immatures, 25 °/o de *Centropages hamatus* dont 4 °/o d'immatures, 10 °/o de *Temora longicornis*, 5 °/o d'*Isias clavipes*, 10 °/o de *nauplii* divers dont les plus abondants appartiennent au genre *Balanus*, 2 °/o de Zoés presqu'exclusivement de *Maia* et de Porcellanes, 3 °/o de Copépodes côtiers de la famille des Harpaïticidés, surtout du genre *Laophonte* ou *Dactylopusia* et 15 °/o d'espèces diverses, représentées par quelques individus de chaque forme. Ce sont surtout *Calanus helgolandicus*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus elongatus*, *Centropages typicus*, *Acartia discaudata*, *Parapontella brevicornis*, *Pontella Lobiancoï*, *Labidocera Wollastoni*, *Anomalocera Patersoni*, *Oithona*, *Thaumaleus*, *Monstrilla* etc.

On peut dire que les espèces dominantes et de beaucoup sont *Acartia Clausi*, *Centropages hamatus*, *Temora longicornis*.

Si l'on étudie en fonction du temps la population d'un cristallisoir exposé à la lumière, on trouve parmi les formes positives les proportions relatives indiquées dans le tableau suivant.

ESPÈCES	A la Récolte.	Au bout d'une 1/2 heure.	Après 3 heures.	Après 8 heures.	Après 12 heures
Acartia Clausi adultes	25 } 30	42 } 47	51 } 57	54 } 62	68 } 75
Acartia Clausi immatures	5	5	6	8	7
Centropages hamatus adultes....	21 } 25	26 } 29	33 } 38	25 } 30	10 } 21
Centropages hamatus immatures.	4	3	5	5	11
Temora longicornis............	10	1	0	1	0
Isias clavipes	5	1	1	1	0
Nauplii	10	13	3	1	1
Zoés	2	3	0	0	1
Harpacticidés	3	0	0	3	1
Divers	15	6	1	2	1
Totaux.....	100	100	100	100	100

Si l'on examine, au contraire, les formes négatives, on trouve au bout de 3 heures qu'elles sont constituées par 78 °/₀ de *Temora longicornis*, 13 °/₀ d'*Isias clavipes*, 3 °/₀ d'*Acartia Clausi*, 4 °/₀ de *Nauplii* mais un peu plus évolués que ceux qui sont positifs, 2 °/₀ d'Harpacticidés, 1 °/₀ de formes diverses ; pas de *Centropages hamatus*, ni de Zoés. Ainsi donc, la lumière permet de séparer d'une manière pratiquement parfaite *Acartia Clausi* et *Centropages hamatus* positifs de *Temora longicornis* et *Isias clavipes* négatifs.

Dans une cuvette rectangulaire, exposée un peu obliquement à une lumière vive tamisée par des rideaux de coton, on obtient le plus souvent, au bout de 3 à 5 heures : dans le coin le plus éclairé presque exclusivement *Acartia Clausi* et *Centropages hamatus* adultes ; dans le coin le plus sombre à peu près uniquement *Temora longicornis* et *Isias clavipes*, dans les coins intermédiaires un mélange de ces quatre espèces, dont la dominante est fournie par le coin le plus proche. Ce sont, la plupart du temps d'ailleurs, des formes en évolution, non encore adultes. Il y a donc là un moyen commode, pratique, assez rapide et peu fatigant de séparer les espèces, de chercher avec chances de succès celles dont on pourrait avoir besoin.

Les moyennes données ci-dessus ont été établies sur plus de deux mille individus préparés en bloc et soigneusement dénombrés. Or, certaines préparations de formes négatives contenaient sur 115 individus, 85 *Temora*, 19 *Isias*, 5 metanauplii. On voit ainsi la netteté de la séparation réalisée. Celle-ci est obtenue d'autant plus vite et plus belle, que la lumière est plus forte. Si elle est très faible, on n'obtient rien, toutes les formes restent positives. On peut aussi réaliser des intensités moyennes, où la plupart des espèces deviennent oscillantes. Elles sont positives, deviennent négatives, redeviennent positives etc.

Acartia Clausi semble rester toujours positive, quelles que soient la durée de l'expérience et l'intensité lumineuse. *Centropages hamatus* est également très stable ; mais s'il ne devient jamais franchement négatif, il subit une série d'oscillations régulières, quitte le coin le plus éclairé pour se rendre au coin voisin. *Centropages typicus* paraît devenir assez vite négatif et le rester assez longtemps pour une intensité forte. *Temora* et *Isias* à une lumière prononcée deviennent très vite négatifs et le restent toujours tant que les conditions lumineuses ne changent pas.

Toutes ces déterminations ont été faites sur de grandes populations, dans des cristallisoirs ou des cuvettes plates, qui ne permettaient guère de variations dans le sens vertical. Elles ont eu lieu à une température presque constante, celle du laboratoire, variant au maximum de 17 à 20°. Dans les mêmes récipients, nous avons répété les mêmes expériences, mais à des températures différentes, allant de 10 à 35°. Nous avons observé exactement les mêmes phénomènes ; mais la vitesse du renversement phototropique croissait d'une façon régulière avec l'élévation thermique. Même *Acartia Clausi*, si puissamment lié à la direction lumineuse, paraît commencer à s'en affranchir vers 30°.

Or, si l'on se rappelle le rapport étroit que nous avons signalé entre l'intensité lumineuse et la vitesse du renversement phototropique, les relations de ce dernier avec le temps et si on ajoute l'action de la température, on est amené à penser qu'à la base du phénomène se trouve une ou plusieurs réactions chimiques relativement simples, et, si l'on va plus loin dans le domaine des hypothèses, on pense à une réaction photochimique. En outre, l'observation attentive des animaux en expérience finit peu à peu par produire dans l'esprit un rapprochement avec les phénomènes de la fatigue considérée dans sa signification la plus générale, ou avec les réactions monomoléculaires autocatalytiques dans le domaine plus simple de la mécanique chimique.

La loi d'autocatalyse dans une réaction monomoléculaire s'exprime par une équation différentielle de la forme :

$$\frac{dx}{dt} = Kx\,(A-x)$$

où $\frac{dx}{dt}$ représente la vitesse de transformation du matériel chimique à chaque instant, A la masse initiale à transformer, K une constante caractéristique de la réaction, A-x la quantité de matériel inattaqué restant à chaque moment.

Et peut-être peut-on trouver une méthode expérimentale permettant de vérifier si c'est bien une autocatalyse seule qui se trouve à la base du processus physiologique.

Pour notre part, nous pensons que les phénomènes sont beaucoup plus complexes. Ce n'est pas l'organe photosensible (différencié ou non) qui intervient seul, mais aussi le système nerveux et l'organe moteur, interposés entre l'excitation originelle et la réponse motrice. Mais il est possible peut-être, que pour les formes très inférieures, non différenciées, l'on puisse voir une autocatalyse à la base du phénomène initial, comme l'ont pensé quelques auteurs. Certains sont allés plus loin et en ont fait une autocatalyse par oxydation. Nous verrons tout à l'heure, ce qu'il faut penser de cette hypothèse, au moins pour les Copépodes qui nous occupent.

A Roscoff, au mois d'août, on ne rencontre guère parmi les Copépodes pélagiques que les formes ci-dessus indiquées, en quantité suffisamment abondante pour expérimenter d'une manière suivie. Mais, très souvent, on trouve mélangé au plankton vrai, des espèces côtières, non pélagiques, appartenant à la famille des Harpacticidés. La plus commune est *Dactylo-*

pusia vulgaris. Elle est douée d'un phototropisme puissant et positif, pour les intensités moyennes et grandes. Nous aurons l'occasion de l'étudier en détail.

Dans toutes les expériences précédentes, les animaux ne disposaient, dans le sens vertical, que d'une faible hauteur de liquide, quelques centimètres. Mais on peut prendre des vases beaucoup plus hauts, de telle manière qu'en dehors des mouvements horizontaux réglés par la lumière seule, puissent aussi se produire des variations verticales. Dans ce cas, on observe dans des formes nettement positives, un triage en hauteur parfaitement ébauché. Tout à fait en surface, on trouve *Acartia Clausi* en grande abondance et aussi des larves nombreuses, nauplii, zoés. Au fond, s'accumulent des espèces différentes *Centropages*, *Isias*, *Temora*, *Parapontella* etc. Or, il est à noter que les intensités lumineuses sont les mêmes dans les diverses régions, si l'on évite, bien entendu, et par des écrans appropriés, la lumière diffuse qui vient des parois de la salle et les rayons réfractés qui pourraient pénétrer par la surface du liquide.

Il semblerait donc, qu'avant tout renversement tropique, une intensité lumineuse trop forte fasse d'abord enfoncer les animaux. Cette observation bat en brèche les théories purement tropiques qui font régir les oscillations nycthémérales par des variations de signe du phototropisme, exclusivement.

Nous voyons donc que la lumière paraît avoir deux actions nettement distinctes : l'une, purement directrice et d'orientation, c'est un tropisme au sens de Loeb ; l'autre régit en partie la distribution verticale en faisant élever ou enfoncer les animaux. On peut aisément les séparer l'une de l'autre. Pour des intensités faibles, les animaux s'élèvent ; pour des intensités fortes, ils s'enfoncent plus ou moins, suivant les espèces.

Toutes ces recherches ont été faites dans de l'eau de mer normale dont rien ne troublait la composition chimique, ni la concentration totale ou celle des diverses substances dissoutes. On les a reprises en modifiant les constantes chimiques du milieu, et on a étudié les réactions phototropiques des Copépodes dans une eau volontairement modifiée par addition de traces d'acides, de bases, de sels, d'oxydants, de réducteurs, de diverses matières organiques.

2. *Milieu chimiquement modifié.*

On opérait presque toujours dans de petites cuvettes plates, ne permettant que les variations dans le sens horizontal et rendant impossible, par leur peu de profondeur, les mouvements verticaux.

Les acides [CO^2, HCl, SO^4H^2, CH^3-CO^2H] n'ont paru que modifier fort peu la réaction primitive.

L'acide acétique, à dose très faible, paraît désensibiliser légèrement *Temora longicornis*, *Isias clavipes*, fortement négatifs à l'origine. Il semble tendre à renverser la réaction pour une concentration limite très faible (tournesol à peine viré), mais son action est fugace et il paraît finir par sensibiliser légèrement. Sur *Centropages hamatus* et sur les zoés de *Maia* qui sont positifs, il agit comme sensibilisateur. A l'état de traces, il peut servir à réaliser une très belle séparation des Harpacticidés qui deviennent négatifs, d'*Acartia* et *Centropages* qui restent positifs.

L'acide chlorhydrique n'a pas d'action nette ou sensibilise légèrement. Les acides carbonique et sulfurique se sont montrés peu actifs sur la valeur de la réaction et son signe.

Les bases paraissent un peu plus efficaces.

La soude désensibilise légèrement et tend à renverser la réaction pour une dose un peu plus élevée. Son action désensibilisatrice persiste longtemps pour une lumière forte. Si les traces sont extrêmement faibles et la lumière peu intense, il y a au contraire une sensibilisation légère. L'ammoniaque est très toxique. A doses très faibles, on observe toujours une désensibilisation, souvent nette, avec tendance au renversement. Cette action est très visible non seulement pour les Copépodes, mais aussi pour les larves d'Annélides à héliotropisme positif puissant. Si l'on précipite le calcium de l'eau de mer, par de l'oxalate de soude ou d'ammoniaque, on constate une désensibilisation, puis des mouvements convulsifs suivis d'une mort rapide, aussi bien pour les espèces négatives que pour celles qui sont positives. Si, avant la mort, on ajoute du chlorure de calcium, on évite les convulsions, mais les animaux restent inertes et meurent dans une sorte de stupeur.

L'action de divers sucres a été essayée systématiquement. Le sucre de canne sensibilise *Temora* et *Isias* qui deviennent plus négatifs et semble aussi exagérer la vivacité de leurs mouvements. Sur les formes positives, le saccharose et le glucose paraissent sensibiliser au début, plus nettement à la longue, et empêcher le renversement de la réaction en fonction du temps. Cet effet n'est pas rigoureusement constant, il y a parfois, mais assez rarement, désensibilisation. Le glucose, agissant sur un mélange de Copépodes et de larves d'Annélides positifs, produit une belle séparation. Les Copépodes sont peu modifiés et restent positifs, les larves annélidiennes deviennent toujours négatives.

D'une manière assez générale, le glucose, le saccharose et le lactose, à l'état de traces, paraissent sensibiliser *Acartia*, désensibiliser les autres formes ; mais la réaction obtenue est variable, surtout en fonction de l'intensité lumineuse à laquelle les animaux sont soumis. La concentration a également une assez forte influence ; les réactions obtenues étant souvent inverses pour les solutions où les sucres sont à l'état de traces ou en forte proportion.

La glycérine, à la dose de 3 à 7 gouttes pour 50^{cmc} d'eau de mer, sépare avec beaucoup de netteté les larves d'Annélides et *Acartia* adulte, qui sont positives, de *Isias* et *Dactylopusia* qui deviennent franchement négatifs. Pour ces dernières formes, qui sont facilement réversibles, la réaction est déjà amorcée par une goutte de glycérine dans 50^{cmc} d'eau. A cette dose les larves annélidiennes deviennent négatives, tandis qu'au contraire à partir de trois gouttes leur tropisme positif se renforce. Il y a donc, pour ces larves, une action très variable suivant la concentration du réactif. Pour *Acartia* adulte, la glycérine ne modifie pas la réaction, quelle que soit la concentration employée. Pour *Acartia* jeune, *Isias* ♀, *Dactylopusia*, à partir de 3 gouttes la réaction se renverse.

L'alcool désensibilise *Isias* et *Centropages* au début de son action. A la longue, cet effet s'atténue et disparaît. Il sensibilise légèrement *Acartia* adulte, mais son action paraît assez variable et peu nette.

L'urée se montre toujours très toxique. C'est, au début, un désensibilisateur très net d'*Acartia*, *Isias* et *Centropages*.

Parmi les oxydants, nous avons essayé le permanganate de potasse acide ou alcalin. Il est très toxique, et semble, à l'état de traces très faibles, désensibiliser *Isias*, *Acartia*, *Centropages* ♀. Il n'agit guère sur les zoés de Porcellane, mais renverse *Centropages* ♂ qui devient négatif et surtout *Dactylopusia*.

On peut avec le permanganate réaliser une expérience très belle et très frappante. Dans une petite cuvette rectangulaire, on place du plankton frais et bien vivant. On l'expose à la lumière diffuse forte, à côté d'un vase témoin identique. On constate dans les deux récipients exactement la même répartition. Toutes les formes se trouvent vers la lumière, si l'on n'a prélevé que du plankton positf. Ce sont pour le mois d'août à Roscoff, *Acartia Clausi* prédominant, *Centropages hamatus* abondant, *Isias Clavipes*, *Temora longicornis*, des nauplii et metanauplii de Balanes, des Zoés de *Maia* et de Porcellane, des individus immatures et à tous les stades des Copépodes précédents, enfin des Harpacticidés divers, où domine et de beaucoup *Dactylopusia vulgaris*. Si l'on agite l'un des vases avec une baguette de verre, trempée dans une solution de permanganate, on voit, même avant que l'eau n'ait retrouvé le repos, tous les Harpacticidés fuir en ligne droite la direction de la lumière pour se porter vers le côté le moins éclairé et au fond du vase. La réaction est d'une violence et d'une netteté admirables et la séparation des formes est rigoureuse, au moins dans les premiers moments. L'expérience réussit à tout coup. Au bout de quelques minutes, la population du vase est répartie en deux groupes l'un positif, l'autre négatif. Le premier comprend tous les *Acartia Clausi* adultes ♀ et ♂, *Centropages hamatus* ♀, les Zoés et nauplii. Le second est formé par tous les Harpacticidés, *Centropages hamatus* ♂, et les Copépodes immatures. Pour *Dactylopusia*, la réaction est totale, pour *Acartia* adulte aussi. Pour les deux sexes de *Centropages*, elle n'est que partielle ; il y a seulement, dans chaque groupe, prédominance très forte de l'un sur l'autre.

Mais, si l'on attend un quart d'heure, la réaction se modifie. Les Harpacticidés qui, au début, étaient devenus si violemment négatifs et profonds, redeviennent peu à peu positifs et superficiels, pour se maintenir très longtemps dans cet état. Il y a donc deux phases successives : l'une brutale et rapide, mais fugace, rend *Dactylopusia* de positif, à l'origine, violemment négatif et profond ; la deuxième plus tardive, mais durable, le remet fortement positif et superficiel.

Ces deux réactions sont-elles dues à des phénomènes d'oxydation exagérés par le permanganate ajouté ? On pourrait le croire et penser avoir agi sur une vitesse de réaction oxydante en amenant un excès de comburant.

Il n'en est rien. En effet, aucun autre oxydant n'agit comme le permanganate. L'acide chromique ne fait que désensibiliser la population des cuves, rend parfois négatifs les jeunes *Acartia* et *Dactylopusia*, parfois sensibilise selon la dose ajoutée. Mais jamais, il ne produit une réaction comparable à celle que nous avons signalée.

L'eau oxygénée a une action très variable selon les doses, son acidité, son âge etc. et, comme ce corps n'est jamais pur, on ignore si l'action produite dépend de son oxygène ou de ses impuretés. Jamais non plus elle ne donne un résultat analogue à celui que fournit le permanganate.

Seule, une substance à l'état de traces produit, au moins au début, une action voisine. Or, c'est un réducteur puissant, l'aldéhyde formique, qui arrive à séparer assez vite et bien, les Harpacticidés des autres Copépodes. La mort arrive rapidement (un quart d'heure) à la dose active et on ne peut suivre l'évolution de la réaction. L'effet si intense du permanganate ne paraît donc pas dépendre de son pouvoir oxydant, puisque les autres substances de même capacité chimique n'agissent pas comme lui, et que seul un réducteur aussi énergique que le formol puisse lui être comparé, au moins dans les débuts.

On pourrait supposer que, dans l'action du permanganate, les radiations absorbées interviennent en partie pour produire les effets si caractéristiques de cette substance. Il n'en est rien, car le comportement d'animaux nageant dans de l'eau de mer normale, mais placée derrière un écran formé par une solution de permanganate, n'est aucunement modifié.

En dehors du formol, les réducteurs n'ont pas paru présenter d'influence bien nette. Ils sont généralement très toxiques et ne modifient la réaction que d'une manière assez faible et assez variable.

Il nous a semblé que, dans l'action des substances chimiques sur le phototropisme, on pouvait constater les faits suivants. Pour le plus grand nombre, au-dessous d'une concentration seuil, le plus souvent très faible, il n'y a pas de modification de la réaction tropique observée dans des conditions expérimentales données. A partir du seuil et pour des concentrations croissantes jusqu'à un optimum, la modification apparaît et devient de plus en plus nette. C'est tantôt une sensibilisation, tantôt une désensibilisation. Celle-ci peut aller jusqu'au renversement. Puis, si la concentration continue à croître la réaction s'atténue et peut s'annuler ou se renverser de nouveau jusqu'à ce qu'on atteigne la dose toxique, rapidement mortelle. Mais alors, on ne sait plus, très souvent, si l'on a affaire à une action spécifique ou à une action physique (osmotique) superposée.

D'autres substances, au contraire, mais beaucoup plus rares, ont d'emblée un effet intense sur la réaction tropique, qu'elles modifient profondément, même à l'état de traces très faibles. C'est le cas du permanganate, du formol qui, sur certaines espèces bien déterminées, ont une action caractéristique, tandis que d'autres espèces ne sont pas modifiées. Nous n'avons jamais pu constater pour nos Copépodes marins, l'action antagoniste des ions H (acides) et OH (bases) signalée par quelques auteurs. Mais, ils nous a paru que les bases ont une tendance assez visible à sensibiliser les animaux vis-à-vis des acides qu'on leur applique ensuite. C'est net, en particulier, pour l'acide chlorhydrique succédant à l'ammoniaque. Il paraît alors beaucoup plus efficace en particulier sur *Centropages*, *Acartia*, *Dactylopusia* que lorsqu'il est employé seul. Il arrive alors à renverser cette dernière forme. L'ammoniaque paraît sensibiliser à son action.

De même, nous n'avons pu constater l'effet opposé des réducteurs et des oxydants. Il nous a paru que les diverses espèces ont chacune leur réactivité propre vis-à-vis de telle ou telle substance, sans qu'on puisse trouver une action vraiment générale.

Si maintenant, au lieu d'opérer dans des cuvettes plates, on place les populations planktoniques dans une série de tubes de Borel contenant de l'eau de mer chimiquement modifiée, on peut constater une action spécifique nette de beaucoup de substances sur la répartition verticale. Le lactose et le saccharose font légèrement enfoncer les animaux. Le glucose n'a guère d'action, ni la soude, l'acide chromique, le permanganate. L'acide acétique provoque un enfoncement très net ; il en est de même de l'eau diluée. L'eau surconcentrée par évaporation fait, au contraire, s'élever le plankton. Il est évident que tous les tubes en expérience sont dans les mêmes conditions thermiques et lumineuses, ainsi que les témoins.

On peut constater, à l'aide de ce dispositif simple, une double action de la plupart des substances chimiques. D'une part, elles agissent sur la répartition verticale, directement si l'on peut dire, d'autre part elles modifient la réaction phototropique, ce qu'on peut aisément constater en regardant les tubes par-dessus.

Les figures schématiques ci-contre donnent une idée exacte des faits observables. La rangée supérieure représente les tubes de Borel vus par transparence, les cercles inférieurs montrent ces mêmes tubes vus par dessus. Les flèches indiquent la direction des rayons lumineux (fig. 1).

On voit que les Harpacticidés sont au fond et négatifs sous l'action du lactose, du saccharose, du glucose, de l'eau diluée. Ils sont au contraire superficiels et violemment positifs sous l'action prolongée du permanganate, après être passés par une phase négative profonde.

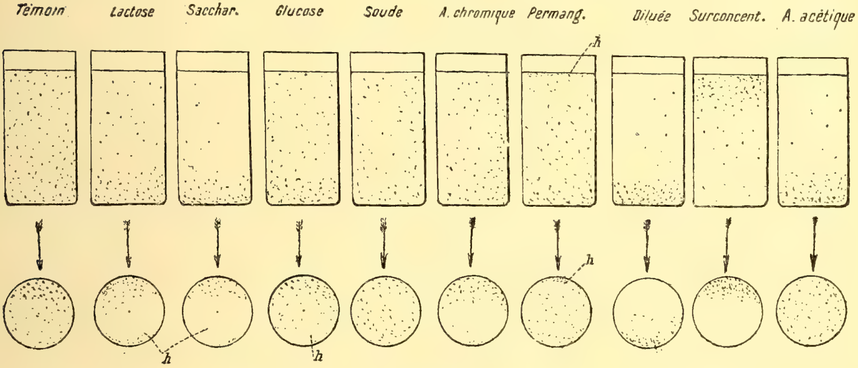


Fig. 1.

Si les substances chimiques ont, comme nous l'avons vu, une action très variable sur le phototropisme, il n'en est plus de même de certains agents physiques, dont l'effet est tout à fait général, quelles que soient les espèces soumises à leur influence. C'est le cas surtout de la surconcentration ou de la dilution du milieu normal. Nous opérions de la manière suivante. Pour l'étude de la surconcentration on évaporait une fraction connue d'un volume déterminé d'eau de mer normale. Pour étudier l'effet de la dilution, on ajoutait une quantité mesurée d'eau distillée à un volume connu d'eau de mer. Il est bien évident que, dans un cas comme dans l'autre, on ne sait pas au juste quelles modifications on apporte au milieu primitif. La surconcentration comme la dilution modifie la dissociation électrolytique des sels dissous, leurs rapports réciproques, le nombre des ions libres et des molécules. Mais il ne faut pas oublier que ces modifications se produisent dans la nature (apport des cours d'eau terrestres, pluies persistantes, évaporations dans les mers fermées et les lagunes). Aussi ont-elles un grand intérêt biologique que ne peuvent présenter des eaux chargées artificiellement de substances chimiques apportées par l'expérimentateur et que la nature ne réalise jamais.

D'une manière générale, de l'eau de mer concentrée par évaporation d'un cinquième de son volume renforce le phototropisme des formes en expérience. Les espèces positives, aussi bien les Copépodes que les larves d'Annélides, deviennent plus positives ; et déjà l'évaporation d'un dixième même commence à produire cette action. Les Copépodes négatifs sont au contraire désensibilisés et meurent très vite, si on a réduit le volume primitif à ses quatre cinquièmes.

La dilution a un effet très général. Il suffit d'ajouter un dixième d'eau distillée pour constater une désensibilisation manifeste. Avec un cinquième, on obtient presque toujours un renversement des formes positives. Même pour les espèces très stables vis-à-vis de la lumière, comme *Acartia Clausi*, on arrive à obtenir aisément un phototropisme négatif. Pour les espèces moins fortement assujetties à la direction des rayons lumineux, on obtient déjà une modification par l'addition d'un cinquantième d'eau distillée.

En règle générale, toutes les formes positives, quel que soit le groupe auquel elles appartiennent (Copépodes, Annélides) sont désensibilisées par la dilution, même faible. Lorsqu'on dilue d'un dixième le renversement est obtenu. C'est *Centropages hamatus* qui paraît le mieux résister, *Acartia Clausi* est facilement réversible.

Or, nous avons vu que la dilution fait enfoncer les animaux, qui s'élèvent par la concentration. Cet effet travaille dans le même sens que les variations du phototropisme. Les eaux diluées sont moins denses que le milieu normal et flottent à sa surface. Les êtres planktoniques qui les rencontrent sont donc amenés automatiquement à les fuir, d'une part parce qu'ils prennent un phototropisme négatif les poussant à plonger, d'autre part par action directe. Ils sont donc très armés pour se défendre contre leur action nocive. De même, les eaux concentrées, plus lourdes, sont au fond, elles font monter les populations et diminuent le phototropisme négatif, ce qui amène le plankton à s'élever et à fuir le milieu dangereux.

En présence de la généralité de ces réactions on peut se demander si celles-ci ne se sont pas trouvées fixées dans l'hérédité des êtres flottants, à la suite d'expériences réitérées dans le cours des siècles. Peu à peu, dans l'infinie variété des réactions possibles en face des variations du milieu, une sélection lente n'aurait conservé que les formes présentant les réactions favorables. Et l'uniformité de celles que nous constatons aujourd'hui vis-à-vis de la dilution et de la concentration ne serait que le résultat de cette canalisation du hasard, de cette sélection. On comprendrait aussi, dans cette hypothèse, la diversité du comportement des diverses espèces vis-à-vis des substances chimiques qu'elles n'ont pas ou très rarement rencontrées au cours d'expériences antérieures.

Si nous résumons brièvement les faits exposés dans ce paragraphe, nous arrivons aux constatations suivantes. Les Copépodes roscovites de juillet et d'août, pêchés pendant la journée, se montrent orientés par la lumière et sont doués de phototropisme positif net et facilement visible.

Pour *Acartia Clausi* adulte, le sens positif de la réaction est très stable en fonction de l'intensité lumineuse et du temps. *Centropages hamatus* est légèrement plus fragile. *Temora longicornis* et *Isias clavipes* se renversent aisément en fonction à la fois du temps et de l'intensité. Mais il y a des variations spécifiques et individuelles. *Temora* est la moins stable des espèces.

Les substances chimiques ont une action très variable sur la réaction tropique, suivant les formes et les concentrations employées. Aucune loi générale ne paraît régler leur activité.

Par contre, la surconcentration, mais surtout la dilution du milieu ont un effet très général. Toujours, une dilution suffisante, variable suivant les espèces et souvent très faible, renverse le tropisme des formes positives.

Enfin, la température paraît agir dans la majorité des cas, comme un puissant accélérateur du facteur temps, sur la vitesse du renversement de la réaction tropique.

B. TEMPÉRATURE.

En dehors de son action sur le phototropisme des Copépodes étudiés, la température joue d'autres rôles importants.

Dans un milieu thermiquement homogène, les animaux s'élèvent quand la température baisse, s'enfoncent quand elle s'élève. Les faits sont facilement observables dans une série de tubes de Borel, où se trouve la même eau de mer, chargée des mêmes populations planktoniques, mais dont la température croît régulièrement de l'un à l'autre. La figure ci-contre donne une bonne idée des répartitions observées (fig. 2).

On peut donc dissocier l'action de la température, comme celle des substances chimiques, en deux parties : Modification plus ou moins nette du phototropisme, comme nous l'avions déjà constaté en utilisant des cuvettes plates sans mouvements verticaux possibles ; et, en outre, production d'un mouvement ascensionnel ou de descente, dans lequel la lumière n'intervient pas. Or, pour celle-ci, on observe des faits analogues. Si, dans un tube long et large, on place du plankton frais dans de l'eau de mer normale, on peut constater qu'il monte en surface à l'obscurité et s'enfonce à mesure que l'intensité lumineuse croît, quelle que soit la direction de la lumière. Les animaux, même très phototropiques positifs s'enfoncent, tout en restant positifs, comme le montre leur répartition sur la face la plus éclairée. La théorie phototropique simple est tout à fait insuffisante pour expliquer les variations de niveau des Copépodes adultes. Leurs oscillations verticales sont soumises à des variables extrêmement complexes et nombreuses, et il paraît à peu près certain qu'il faille faire son deuil d'une explication unique, d'une loi simple et générale.

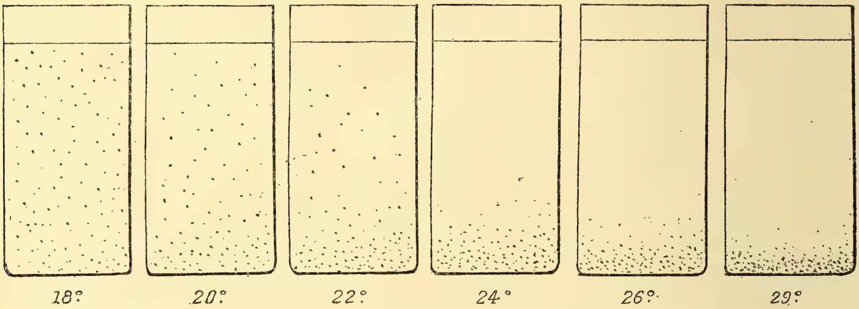


Fig. 2.

II. MILIEUX HÉTÉROGÈNES

Jusqu'ici, nous avons étudié les Copépodes et quelques autres formes dans des milieux que nous pouvons appeler homogènes. Mais il est possible de réaliser d'autres milieux, variables suivant leurs diverses régions et où l'on a créé des zones hétérogènes connues dans l'espace et dans la valeur qu'elles possèdent par rapport au milieu normal. Il apparaît alors des réactions caractéristiques de ce que Loeb appelle les « sensibilités différentielles ».

Nous avons étudié surtout les sensibilités différentielles lumineuse, thermique, chimique, osmotique.

Pour toutes, on arrive à vérifier les règles suivantes, qui sont celles-là même de la sensibilité.

Il faut, pour qu'il y ait réaction au contact de deux zones différentes, que l'écart atteigne une certaine valeur minimum (seuil). Il y a un rapport étroit entre la valeur de ce seuil et celle de l'excitation originelle (loi de Weber-Fechner). Enfin, pour qu'il y ait mouvement, il faut que la variation soit supérieure au seuil naturellement, et brusque. Une variation lente et continue de l'excitation ne provoque pas de réaction, quelle que soit la valeur finale qu'elle atteigne.

Toute variation lumineuse brusque provoque une chute des animaux, quel que soit son signe. Il faut, pour que la réaction se produise que la variation atteigne une valeur minimum, fonction de l'intensité primitive. Pour une lumière faible et des animaux bien adaptés, la variation peut-être très faible. Pour une lumière forte, elle doit être beaucoup plus grande ; mais, dans tous les cas, le rapport entre la valeur du seuil et l'intensité primitive est constant.

Pour les variations thermiques, on observe les mêmes réactions quels que soient les Copépodes étudiés. Seule, la position du seuil varie pour chacun d'eux, ou, en d'autres termes, ils ont chacun leur sensibilité propre. Une variation lente ne produit aucune réaction. Mais, quand la température devient un peu élevée, la vitesse des mouvements natatoires augmente, les animaux s'agitent vivement, sans qu'on puisse voir une réaction d'ordre géneral ou nettement significative. Si la variation est brusque, les animaux s'enfoncent. La réaction se manifeste déjà pour un écart thermique qui ne dépasse guère 3°, celle du milieu primitif oscillant autour de 18-20°.

On peut montrer le phénomène d'une manière simple et frappante en opérant ainsi qu'il suit. Dans un tube de Borel, on superpose trois couches de la même eau de mer, l'inférieure à 15°, la moyenne à 20°, la supérieure à 25°. Les deux couches extrêmes ont avantage à être légèrement bleuies au bleu de méthylène, ce qui les rend plus visibles (on peut aussi ne colorer que la couche médiane). On charge, à la pipette, la zone centrale à 20° avec des Copépodes bien vivants. Ils restent littéralement encagés dans celle-ci, par le jeu de leurs sensibilités différentielles thermiques. Ils n'envahissent tout le tube que très lentement, à mesure que l'égalisation des températures s'effectue. Leurs mouvements pourraient, en quelque sorte, permettre de suivre la marche du phénomène physique.

La régularisation du niveau de flottaison se fait par le mécanisme suivant. Dès que les Copépodes pénètrent dans les couches chaudes, leur nage s'arrête net et ils tombent passivement. Ils nagent de nouveau dans l'eau à la température de laquelle ils étaient adaptés. S'ils tombent dans l'eau froide, ils donnent un violent coup d'antenne qui les fait élever d'un bond. Toutes ces réactions sont d'autant plus nettes que les écarts thermiques sont plus grands.

Vis-à-vis des variations de concentration, on observe des faits tout à fait comparables. On peut se servir du même dispositif expérimental : une couche d'eau de mer normale habitée par ses Copépodes est placée entre une couche inférieure, surconcentrée par une évaporation d'un dixième et une couche supérieure diluée par addition d'un dixième d'eau distillée. Dans ces conditions, les animaux sont véritablement enfermés dans la couche médiane et s'y maintiennent pendant des heures, si la température oscille autour de 15°. Si, au contraire, elle est supérieure à 20°, comme nous l'avons vu, il apparaît une tendance à la descente qui s'accentue à mesure que la température croît. Il est possible de rendre cette tendance assez forte, pour obliger les Copépodes à entrer dans la couche surconcentrée, même à une valeur mortelle (évaporation de un cinquième). L'action thermique pure est donc plus puissante et plus efficace que la réaction différentielle. Celle-ci d'ailleurs n'est pas abolie, les animaux la présentent au contact des deux zones, mais ils finissent par la surmonter.

Comme nous l'avons montré autrefois (deuxième note), les méduses d'Hydraires de Roscoff, présentent des réactions tout à fait comparables, vis-à-vis des variations thermiques et osmotiques du milieu. Il semble que, pour elles, l'écart des températures minimum et nécessaire doit atteindre environ 5° pour être efficace nettement, lorsqu'elles sont dans une couche à 18-20°. Au point de vue de la concentration, elles réagissent en rencontrant une couche évaporée de un vingtième, le seuil de la dilution serait autour de un dixième d'eau ajoutée.

Nous avons appliqué les mêmes méthodes expérimentales à diverses larves d'Annélides. dont il ne nous a pas encore été possible de déterminer les noms spécifiques. On trouve des réactions de même ordre, des faits expérimentaux analogues qui feront l'objet d'un autre travail.

* * *

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

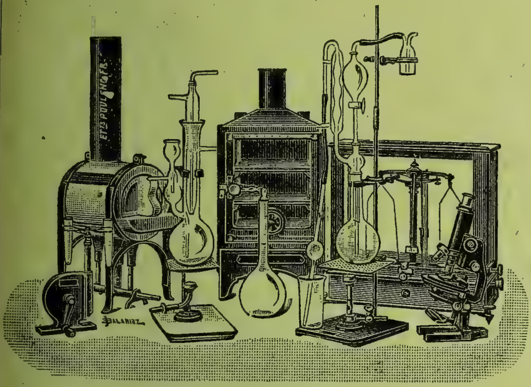
122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR ANALYSES ‖ **PRODUITS CHIMIQUES** INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE
VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

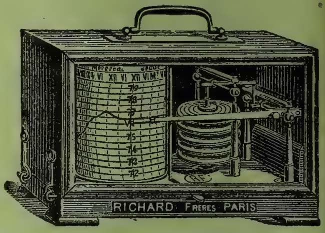
Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

VII, 1920.

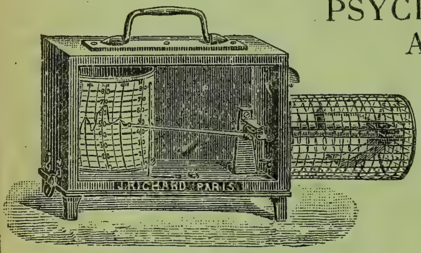
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

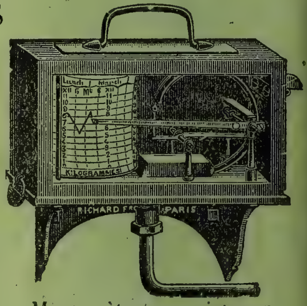

RICHARD FRERES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

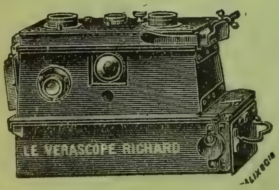
Thermomètre enregistreur

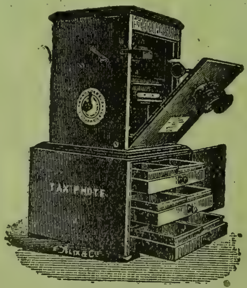
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD F PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VERASCOPE RICHARD



- VÉRASCOPE -
GLYPHOSCOPE
- TAXIPHOTE -

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard
Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue
Paris

N° 386. 1er Mars 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

Conseil international de Recherches.

Union internationale des Sciences biologiques.

Sous-Section d'Océanographie biologique.

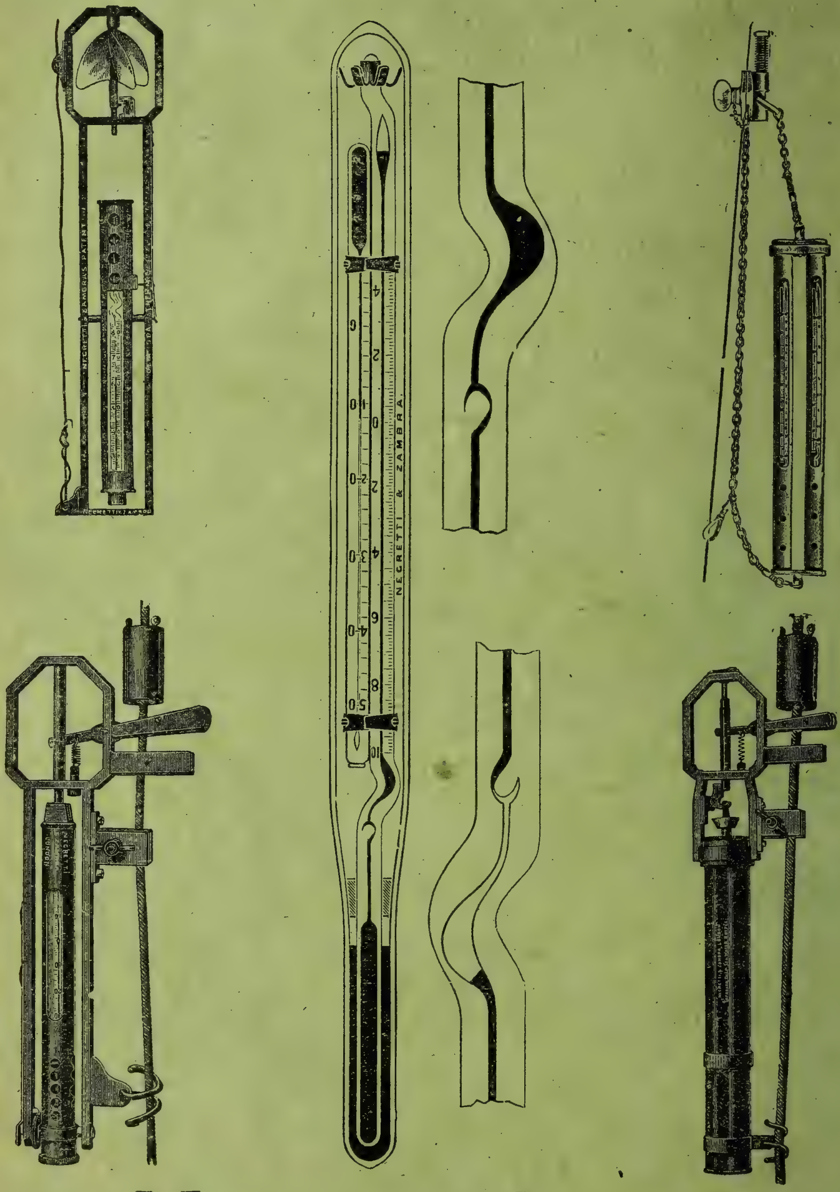
Réunion du 27 janvier 1921

Par **L. JOUBIN**

Smithsonian Institution
JUL 16 1921
252749
National Museum.

MONACO

THERMOMÈTRES
A RENVERSEMENT


NEGRETTI & ZAMBRA'S PATENT
NEGRETTI & ZAMBRA
NEGRETTI & ZAMBRA
LONDON

NEGRETTI & ZAMBRA

38, Holborn Viaduct, E. C. I.
LONDON
ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 386. — 1er Mars 1921.

Conseil international de Recherches.

Union internationale des Sciences biologiques.

Sous-Section d'Océanographie biologique.

Réunion des délégués des sections nationales tenue à Paris le 27 janvier 1921 sous la présidence de S. A. S. le Prince de Monaco.

Procès-verbal de la séance.

La séance est ouverte à 15 heures à l'Institut Océanographique.

Le Prince de Monaco, président, rappelle que lors de la réunion constitutive du Conseil international de recherches en juillet 1919 à Bruxelles, il a été créé une Union internationale de Géodésie et Géophysique et une Union internationale de Biologie. Dans chacune des deux Unions il a été créé une section d'Océanographie physique et une sous section d'Océanographie biologique. Elles ont élu toutes les deux le Prince de Monaco comme président ; il se trouve ainsi servir de trait d'union entre les représentants des deux branches d'une même science.

Dans la section de biologie la vice présidence a été réservée à un biologiste américain qui n'a pas encore été désigné, M. le Professeur Joubin a été élu secrétaire.

La présente réunion est formée par les délégués des sections nationales d'Oocéanographie biologique constituées dans divers pays ou par les délégués des Académies scientifiques.

Le Président souhaite la bienvenue aux divers délégués qui ont répondu à son invitation. Il espère que cette première réunion servira de point de départ à des travaux intéressants et invitera les pays en retard à organiser leurs unions et leur sections pour coopérer au but commun.

Il ne faut pas que les biologistes se laissent distancer par les physiciens ; ils ont des questions communes à résoudre. Leurs travaux doivent avoir non seulement un but purement scientifique mais aussi conduire à des applications qui peuvent améliorer les conditions générales de l'existence humaine.

Le Président donne ensuite la parole à M. le Professeur Joubin. secrétaire.

Le secrétaire donne lecture de la liste des délégués.

1.	Belgique	M. le Professeur JULIN.
2.	Espagne	M. le Professeur ODON de BUEN.
		M. le Professeur RAFAEL de BUEN.
3.	France	M. le Professeur MANGIN.
		M. le Professeur PRUVOT.
		M. le Professeur PORTIER.
4.	Grèce	M. le Professeur ATHANASSOPOULOS.
		M. le Professeur VINCIGUERRA.
5.	Italie	M. le Professeur, sénateur, GOLGI.
		M. le Professeur ISSEL.
6.	Monaco	S. A. S. le PRINCE de MONACO.
		M. le Directeur RICHARD.
		M. le Professeur JOUBIN.
7.	Portugal	M. le Directeur RAMALHO.
8.	Tunisie	M. le Professeur JOUBIN.

M. le Secrétaire général du Conseil international de Recherches, Sir Arthur Schuster, pour la Grande Bretagne, M. le Professeur Pelseneer pour la Belgique, M. le Professeur Bashford Dean pour les Etats-Unis, M. Redeke pour les Pays-Bas, M. Joh. Schmidt pour le Danemark, ont fait savoir que les Unions biologiques et les Sections Océanographiques n'étaient pas encore constituées dans leurs pays.

M. le Président de la Société zoologique suisse a fait parvenir une lettre dans laquelle il dit que la Suisse n'étant pas un pays maritime se désintéresse de la section océanographique. Le secrétaire propose de répondre que le pays de Hermann Fol, Bedot, Pictet, et bien d'autres, est qualifié pour discuter des questions océanographiques et que, comme il va être proposé d'organiser des travaux internationaux sur le plancton,les éminents spécialistes suisses en plancton lacustre rendraient les plus grands services. La réponse de la Suisse n'est donc pas considérée comme définitive.

L'assemblée passe ensuite à l'examen de diverses questions.

1re Question. **Changement du titre de la Sous-section d'Océanographie biologique.**

L'Union internationale des Sciences biologiques réunie à Bruxelles a créé diverses sections, dont une de Biologie appliquée, dont dépend une Sous-section d'Océanographie biologique.

D'autre part l'article 7 des statuts dit que l'Assemblée générale peut répartir les travaux de l'Union en un nombre indéterminé de sections ; il en énumère six et il est ajouté que « cette énumération n'est pas limitative ».

Dans l'Union géodésique et géophysique, l'Océanographie physique forme une section.

Il n'y a pas de raison pour que dans l'Union biologique il n'en soit pas de même pour l'Océanographie biologique.

Il y a donc lieu d'émettre le vœu que, dans un but d'uniformisation et de simplification, la prochaine assemblée générale transforme le titre de *Sous-section* en celui de *Section* d'Océanographie biologique.

Ce vœu est adopté à l'unanimité.

2e Question. **Constitution du Comité exécutif.**

L'article 8 des statuts prévoit la constitution d'un comité exécutif qui doit comprendre :

1° Le bureau de la Sous-Section d'Océanographie biologique, membre de droit. (Le Prince de Monaco président, M. X. délégué américain vice président, le Professeur Joubin secrétaire).

Il est proposé d'y ajouter :

2° Un représentant de chaque pays adhérent nommé par sa section nationale.

3° Le Président, ou son délégué, de chaque commission d'exploration des mers (actuellement la Commission de la Méditerranée et la Commission pour l'étude de la mer dont le siège est à Copenhague).

4° Le Directeur des croisières scientifiques de chaque pays.

La Section d'Océanographie physique a pris les mêmes décisions.

Ces propositions sont adoptées.

3^e Question. **Relations avec la Section d'Océanographie physique.**

En raison des nombreux problèmes dont la solution dépend à la fois de la Section d'Océanographie physique et de la Sous-section d'Océanographie biologique, il est à souhaiter que des relations très suivies soient organisées entre ces deux branches d'une même Science ; le Prince de Monaco est déjà le Président commun des deux sections.

La Section d'Océanographie physique a nommé le Secrétaire de la S. Section. d'Océanographie biologique membre de son Comité exécutif. Par réciprocité il est proposé que le Secrétaire de la section physique soit nommé membre du comité exécutif de la sous-section biologique.

Cette proposition est adoptée.

Comme la section biologique la section physique a décidé d'inviter les Commissions de Copenhague et de la Méditerranée à nommer un délégué au Comité exécutif.

Par ces mesures les rapports des deux sections seront plus intenses et plus profitables.

4^e Question. **Étude du plancton.**

La section française a discuté longuement la question des méthodes d'étude du plancton et demandé que cette question soit soumise à l'examen de la réunion internationale.

Actuellement chacun agit à sa guise en se servant d'instruments, méthodes, réactifs, etc.. les plus divers, de sorte que les résultats obtenus ne sont pas comparables. Il s'agit de s'entendre pour uniformiser ces méthodes, sans, naturellement, nuire à l'esprit d'initiative de chacun. On établirait une base sous forme d'un manuel clair et précis, susceptible d'être amélioré dans la suite.

Après une discussion approfondie à laquelle prennent part le Prince de Monaco, M. Richard, de Buen, Mangin, Issel, Joubin, il est décidé.

1° d'envoyer une circulaire à toutes les Universités, Musées, Sociétés, Laboratoires, Naturalistes, etc. susceptibles de s'intéresser à la question, avec prière d'envoyer des suggestions.

2° de nommer une « *Commission du Plancton* » qui sera chargée de rédiger un manuel destiné à uniformiser les méthodes de capture, triage, préparation, conservation, dosage, analyse, etc.. du plancton.

La commission centralisera les réponses, rédigera un projet de manuel et le soumettra à une prochaine séance de la section. Ce manuel sera complété et perfectionné dans les éditions successives.

Ces propositions sont discutées et acceptées.

En conséquence la commission du plancton est composée de M. Mangin président, Issel secrétaire, Richard, Fauré-Fremiet, Cuesta. On demandera à M. Bedot de s'entendre avec un planctonologiste suisse pour en faire partie; M.Schmidt, M. Kofoïd, M. Damas, seront priés de s'y joindre. La commission pourra d'ailleurs appeler comme membres les spécialités qui lui paraitront susceptibles de faire avancer ses travaux.

Il y a lieu aussi de recommander qu'il soit procédé à l'étude des nombreux échantillons de plancton accumulés dans divers Musées.

Le Prince de Monaco offre de procéder sur son bateau aux essais et expériences qui seront demandés par la commission.

On est prié d'adresser à M. le Professeur Joubin tout ce qui concerne cette commission du plancton.

5^e^ *Question.* Détermination de l'âge et de l'époque où se produit le début de la maturité sexuelle chez les animaux marins.

Cette question a surtout pour but de fournir une base précise et scientifique aux règlement qui concernent la pêche des Poissons, Mollusques, Crustacés. Il s'agit de déterminer quels sont l'âge et la taille dans les divers pays, des animaux marins quand ils commencent à être aptes à la reproduction. On étudierait de préférence les animaux comestibles faisant l'objet d'un commerce important.

Des enquêtes faites surtout dans les stations biologiques montreraient des variations dans les diverses mers.

La section adopte cette proposition et décide d'en informer les directeurs des stations et autres établissements susceptibles de faire des travaux de ce genre. Ils seront priés d'en informer le Secrétaire de la Section internationale.

Les délégués présents se chargent de rechercher les spécialistes et d'organiser cette étude chacun dans leur pays.

On fera connaître rapidement les résultats obtenus.

6e Question. **Date et lieu de la prochaine réunion.**

Il est proposé de réunir la sous-section d'Océanographie biologique à Paris à la fin de novembre ou en décembre, Cette proposition est acceptée et il est décidé que le Président fixera la date définitive et en avisera les délégués en temps utile.

La Section d'Océanographie physique a pris la même décision et les deux réunions pourront coïncider.

M. le Sénateur Golgi annonce que l'union Géophysique tiendra son assemblée générale à Rome en avril 1922 et que la Sous-Section d'Océanographie biologique est invitée à y prendre part. Cette proposition est acceptée à l'unanimité et des remerciements sont adressés à M. le Professeur Sénateur Golgi.

Le Président remercie les délégués d'avoir bien voulu se réunir à l'Institut Océanographique. Il espère que les décisions qui viennent d'être prises auront d'heureuses conséquences, et qu'elles auront, pour la prochaine réunion, fourni déjà des résultats et des suggestions utiles. Il souhaite que de nouveaux États viennent se joindre à ceux qui ont été les initiateurs de ce mouvement scientifique et que le développement des sciences biologiques de la mer soit ainsi amélioré.

La séance est levée à 18 h. 45.

Le Secrétaire.
L. Joubin.

Conseil International de recherches.

Union Internationale des sciences biologiques.

Sous-Section d'Océanographie biologique.

Réunion internationale des délégués des sections nationales tenue à Paris le 27 Janvier 1921 sous la Présidence de S. A. S. le Prince de Monaco.

Il a été décidé ce qui suit :

L'étude du Plancton ne progresse pas autant qu'il serait désirable parce que les méthodes de recherches varient et ne peuvent donner de résultats comparables.

Il y a lieu d'uniformiser la base de ces méthodes en rédigeant un manuel précis qui les codifiera tout en laissant à chacun la liberté de les perfectionner et de les complèter. Il serait tenu compte de ces additions dans les éditions suivantes.

Une circulaire sera adressée à tous les naturalistes (Zoologie, Botanique, Physiologie, Chimie) et aux instituts intéressés, en les priant de la reproduire dans les journaux scientifiques, de la répandre parmi les savants s'intéressant à l'Océanographie, et de solliciter des opinions, avis, critiques et observations quelconques.

Une commission a été nommée pour préparer ce manuel et en apporter le projet à la réunion de la Sous-section d'Océanographie biologique en décembre 1921. Les spécialistes qui désireraient faire partie de la *commission du plancton* sont priés d'en informer le secrétaire.

On est prié d'adresser toutes les réponses, imprimés, échantillons concernant la capture, les instruments, étoffes, filets, réactifs, conservation, méthodes techniques quelconques au Secrétaire.

Le Secrétaire de la Sous-Section d'Océanographie biologique :
Prof. L. Joubin.
à l'Institut Océanographique 195, rue Saint-Jacques. Paris.

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

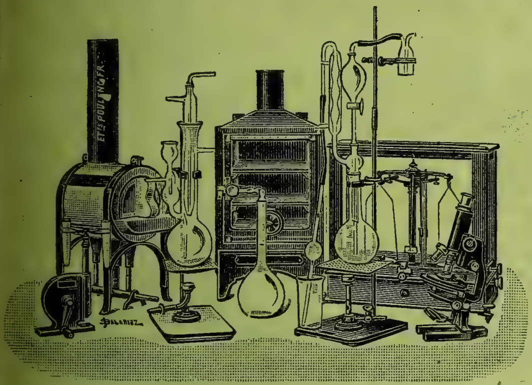
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE


ETS POULENC FR.

ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE
VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "R. A. L." pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

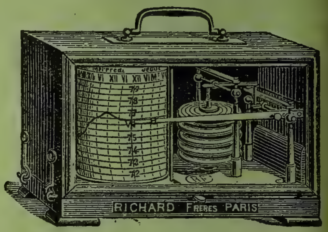
Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

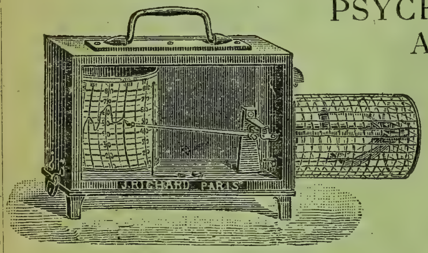
VII, 1920.

ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie


RICHARD FRERES PARIS

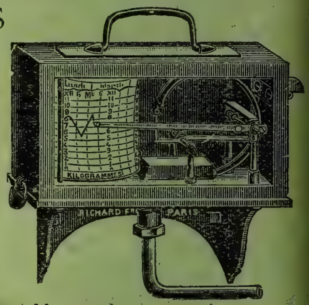
Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

Thermomètre enregistreur

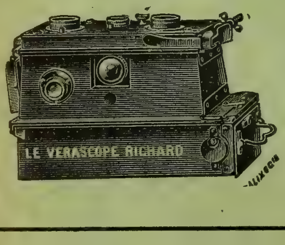
BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

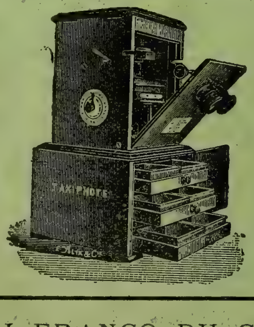
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRERES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 387. 25 Mars 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Sur la valeur morphologique et l'évolution fonctionnelle des constituants cellulaires dans les éléments figurés du sang et les cellules absorbantes ou glandulaires de certains Sélaciens *(Scyllium, Raja)* et Invertébrés marins *(Ciona, Sipunculus, Octopus* etc.*)*.

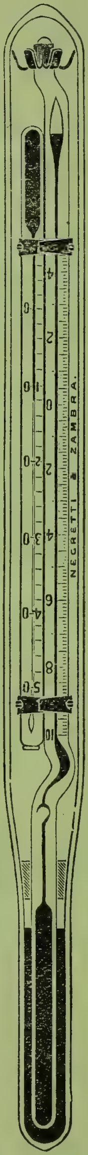
Par le Dr **F. LADREYT.**

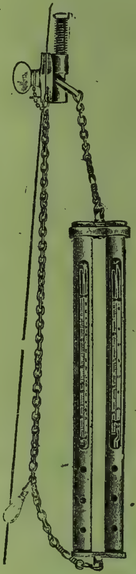
Smithsonian Institution
JUL 16 1921
252749
National Museum

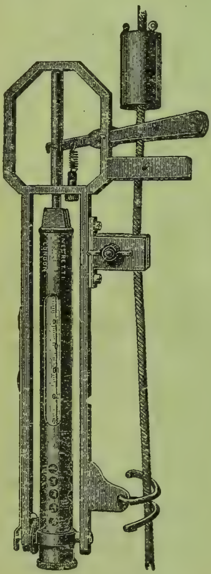
MONACO

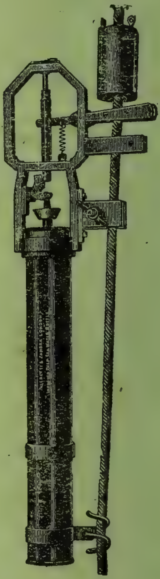
THERMOMÈTRES
A RENVERSEMENT

NEGRETTI & ZAMBRA'S PATENT
DEEP-SEA THERM
NEGRETTI & ZAMBRA


NEGRETTI & ZAMBRA.







NEGRETTI & ZAMBRA

38, Holborn Viaduct, E. C. I.

LONDON

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT I^er, Prince de Monaco)
N° 387. — 25 Mars 1921.

Sur la valeur morphologique et l'évolution fonctionnelle des constituants cellulaires dans les éléments figurés du sang et les cellules absorbantes ou glandulaires de certains Sélaciens *(Scyllium, Raja)* et Invertébrés marins *(Ciona, Sipunculus, Octopus* etc.*)*.

Par le Dr **F. LADREYT**.

La valeur morphologique et l'évolution fonctionnelle des constituants cellulaires (cyto et caryoplasme, chondriome, caryosomes etc.) ont été l'objet d'interprétations aussi nombreuses que contradictoires trop souvent basées sur des artefacts provoqués par les réactifs fixateurs ou l'observation de tissus plus ou moins nécrosés. Espérer observer, après fixation, l'image rigoureusement exacte de la matière vivante me paraît tout aussi puéril que de se fier exclusivement à l'observation vitale des tissus : les deux méthodes doivent se compléter et se contrôler mutuellement ; toutes deux sont indispensables mais toutes deux présentent les mêmes dangers et doivent être maniées avec une égale prudence et un esprit critique très rigoureux.

Technique. Les observations qui font l'objet de cette note ont porté sur des tissus frais et des pièces fixées par le bichromate-formol, le sublimé et le Zenker formolés, le sublimé picrique etc. Ces mélanges sont excellents à condition de ne pas y ajouter d'acide acétique : j'ai renoncé systématiquement à l'emploi de ce réactif dont la nocivité sur les tissus est très comparable à celle des solutions fixatrices alcooliques. Je crois même qu'il y a tout avantage à éviter l'action trop brutale de l'alcool absolu sur les pièces même *fixées*. Du reste, il est très facile d'inclure à la paraffine les tissus dont la déshydratation n'a été conduite que jusqu'au 95° ou au 90° : il suffit simplement de remplacer le xylol par le terpinéol.

D'une façon générale, le terpinéol jouit d'une assez fâcheuse réputation : pour les uns, son emploi n'exposerait qu'à des mécomptes ; pour d'autres, il est franchement inutilisable, sa puissance de pénétration serait insuffisante, il s'opposerait aux colorations, etc. Ces assertions sont tout à fait inexactes. C'est au laboratoire de l'Institut Océanographique (Musée de Monaco) que j'ai connu l'utilité du terpinéol. Me conformant aux indications que M. le D^{r} Oxner avait bien voulu me donner, j'avais adopté la méthode suivante : les pièces progressivement déshydratées jusqu'à l'alcool à 90° ou 95° étaient plongées dans un mélange à parties égales d'alcool de même concentration et de terpinéol auquel succédait un bain de terpinéol pur ; les tissus, placés ensuite à l'étuve, passaient rapidement dans plusieurs bains de paraffine destinés à chasser le terpinéol. Cette technique m'a donné d'excellents résultats mais elle est longue, un peu fastidieuse et comporte des manipulations absolument inutiles : le séjour des pièces dans l'alcool-terpinéol et les bains successifs de paraffine ne présentent aucun avantage qui justifie leur emploi. Voici du reste le mode opératoire auquel je me suis arrêté. Au sortir de l'alcool à 90° ou 95°, les pièces sont plongées directement dans le terpinéol après quoi je les porte à l'étuve à 55° soit dans un mélange xylol-paraffine soit dans la paraffine pure : c'est le seul bain qui précède l'inclusion. La pénétration des pièces déshydratées se fait très rapidement ; il me paraît d'autant plus inutile d'indiquer le temps nécessaire à cette opération qu'il est un moyen très simple et valable pour tous les tissus, quelle que soit leur provenance, de juger de la réalité de cette pénétration : on peut considérer que l'imprégnation est suffisante lorsque les pièces traitées par le terpinéol tombent au fond du tube à terpinéol. Quant au séjour des pièces dans la paraffine, j'estime qu'il y a tout intérêt à l'abréger le plus possible : *1 à 2 heures au maximum* suffisent pour les objets ne dépassant pas 2 à 3 millimètres d'épaisseur ; pour les pièces volumineuses étudiées en anatomo-pathologie (tranches épaisses de tumeurs cancéreuses par exemple), je prolonge le séjour dans le terpinéol et à l'étuve (2 à 3 heures dont 30 minutes dans le xylol-paraffine). Il n'est pas absolument indispensable de faire passer les tissus dans le mélange xylol-paraffine ; si on s'aperçoit que les coupes déparaffinées ne sont pas suffisamment débarrassées de leur terpinéol, il suffit, avant toute coloration, de prolonger de quelques secondes leur séjour dans le xylol ou l'alcool fort. En résumé, le terpinéol, en supprimant l'emploi du xylol et de l'alcool à 100° ou même à 95°, conserve le maximum d'intégrité des tissus tout en permettant les colorations les plus variées. Comme le prix du terpinéol est notablement inférieur à celui du xylol, de l'huile de cèdre, du sulfure de carbone, etc., et que la même solution de terpinéol ou de xylol-paraffine peut servir presque indéfiniment [1], on peut considérer que le terpinéol nous permet de réaliser la moins coûteuse des techniques.

Observations cytologiques. — Abstraction faite de ses inclusions paraplasmiques (ferments, graisses, pigments etc.), la matière vivante est essentiellement constituée par une substance fondamentale (sucs cellulaire, nucléaire, nucléolaire) optiquement amorphe à l'observation microscopique ordinaire, et des formations figurées (chondriome, caryosomes, granulations nucléolaires). Pour démontrer la réalité objective et la valeur de ces éléments, l'étude des pièces fixées est insuffisante ; d'autre part, en cytologie animale, l'observation vitale de tous les détails de l'architecture cellulaire est toujours très difficile ou même impossible. J'ai pensé que, comme les Protistes, le sang et les liquides cœlomiques étaient accessibles à l'observation vitale des constituants protoplasmiques. Cette étude présente un grand intérêt puisqu'elle nous permet d'observer le protoplasme *morphologiquement* quiescent (hématies jeunes, lymphocytes etc.) et la matière vivante à différents stades de son activité glandulaire (mononucléaires, leucocytes granuleux etc.) ; elle nous fournit également d'utiles éléments de comparaison avec les phénomènes qui ont lieu dans les cellules absorbantes et glandulaires.

---

[1] Depuis environ 2 ans, les mêmes solutions de terpinéol pur ou de xylol-paraffine me servent pour des manipulations à peu près journalières.

Examinés par la méthode de Burry qui remplace sans trop de désavantage l'ultramicroscope, les hématies jeunes et, d'une façon générale, la plupart des éléments observés au début de leur évolution apparaissent, chez *Scyllium catulus* Cuv., *Scyllium canicula* Cuv., *Raja punctata* Risso, sous la forme de 2 cercles vaguement nébuleux et d'épaisseur variable (cyto et caryoplasme) limités par des contours très brillants (membranes cellulaire et nucléaire) ; à l'intérieur des jeunes globules normaux nous ne distinguons aucune formation figurée dans le cytoplasme mais si l'observation se prolonge, il se forme des amas plus ou moins volumineux et brillants animés ou non de vifs mouvements de trépidation : ce sont là des produits d'altération que je n'ai pu retrouver dans les éléments normaux. Dès maintenant, une remarque s'impose. L'aspect presque uniformément nébuleux de la substance vivante des éléments jeunes m'oblige à conclure que cette subtance n'est pas optiquement vide c'est-à-dire qu'elle renferme des granulations amicroniques ; d'autre part, l'impossibilité de résoudre en ses éléments constituants l'image ultra-microscopique du protoplasme traduit l'étroite liaison qui existe entre les micelles protoplasmiques et entre ces formations et le liquide intermicellaire ce qui, du reste, expliquerait la viscosité caractéristique de la substance vivante. Ces caractères, homogénéité optique, étroite liaison avec le solvant, viscosité, me font considérer le protoplasme comme un gel et non comme un sol. A l'observation microscopique ordinaire, la substance vivante apparaît sous la forme de sol parce qu'alors nous ne pouvons pas saisir l'aspect véritable de la substance fondamentale dont les granulins amicroniques révêlés par le seul ultramicroscope constituent, à mon avis, les générateurs des éléments figurés de la cellule (*caryosomes*, *chondriome* etc.).

La morphologie des leucocytes jeunes répond assez exactement au schéma précédent ; toutefois, nous voyons se développer dans la masse relativement sombre qui représente le cytoplasme de ces éléments des formations figurées dont le nombre et le polymorphisme paraissent être en raison directe de l'évolution du globule blanc. En effet, tandis que dans le jeune lymphocyte l'étroite bande de cytoplasme qui borde la membrane nucléaire (ligne brillante) ne présente que 2 ou 3 points lumineux distincts de la substance fondamentale, le lymphocyte plus âgé, à zone cytoplasmique plus large, renferme des granulations brillantes beaucoup plus nombreuses parmi lesquelles sont disséminés quelques filaments minces et onduleux. Filaments et granulations se retrouvent également dans les petits et grands mononucléaires avec cette différence que, dans ces éléments, ce sont les filaments qui prédominent sur les granulations : dans les grands mononucléaires, en effet, les formations filamenteuses atteignent même un tel développement, qu'elles constituent par leur enchevêtrement autour du noyau une sorte de pseudo-réseau. Dans les polynucléaires granuleux nous ne retrouvons plus ce faux réseau ; seuls quelques filaments isolés parmi de volumineuses granulations très brillantes à côté desquelles apparaissent des grains minuscules semblables à ceux que j'ai décrits dans les lymphocytes constituent les éléments figurés du cytoplasme de ces globules blancs. Quelle est la valeur morphologique de ces formations ? Mes observations personnelles sur les tissus lymphoïdes et le sang traités par la méthode de Regaud ou le Zenker (sans acide acétique) me permettent d'assimiler les grains et filaments à un véritable chondriome dont l'évolution rappelle celle qui caractérise l'appareil mitochondrial des autres cellules glandulaires : c'est la confirmation sans restriction des conclusions de Meves[1].

Les trophocytes intestinaux des Roussettes et des Raies, qu'ils soient absorbants ou glandulaires, nous permettent d'observer des éléments tout à fait comparables. Examinée sur fond noir dans le sérum ou l'eau de mer soigneusement filtrée sur coton de verre, la cellule absorbante nous apparaît comme une masse plus ou moins sombre aux deux pôles de laquelle sont localisées des formations granulo-filamenteuses dont la luminosité tranche visiblement sur le fond plus obscur du cytoplasme ; çà et là de grosses inclusions très brillantes dont la taille rappelle les volumineuses granulations de certains polynucléaires complètent l'ensemble des éléments figurés de la cellule. J'ai retrouvé des formations identiques dans les glandes gastriques de *Scyllium catulus* et *canicula* Cuv., *Raja*

---

[1] Arch. für mikr. Anat. 1910. Bd LXXV.

punctata Risso, les cellules à ferments (intestin) de *Sipunculus nudus* L., *Holothuria tubulosa* Gmelin, *Octopus vulgaris* Lam. etc., les glandes salivaires d'*Octopus* et de *Sepia*. Tous ces éléments ont la même valeur : les uns représentent un chondriome à différents stades de son évolution, les autres sont des grains zymogènes ou des granulations de réserve. Décrire la morphologie des constituants nucléaires et nucléolaires serait m'exposer à des redites : une substance fondamentale plus ou moins fluide et vaguement lumineuse (*donc non optiquement vide*) dans laquelle apparaissent des granulations plus brillantes représentant des inclusions protoplasmiques plus condensées, tel est le schéma général qui traduit la morphologie des constituants protoplasmiques du cytoplasme, du caryo et du nucléoplasme étudiés à l'ultramicroscope.

Une question se pose. La morphologie de la cellule est-elle fixe ? Je le crois d'autant moins que l'examen du sang et des cellules absorbantes ou glandulaires (tube digestif et organes annexes) m'a constamment démontré que l'aspect morphologique du protoplasme est fonction de l'état de jeûne, d'alimentation ou de suralimentation, des conditions de milieu, etc. C'est ainsi que chez un animal à jeun, les chondriosomes filamenteux des cellules absorbantes et glandulaires sont plus nombreux, les granulations cyto, caryo et nucléoplasmiques plus petites ou plus rares ; dans les mêmes éléments prélevés sur des animaux bien nourris, nous trouvons au contraire un grand nombre de granulations mitochondriales tandis que les éléments figurés du noyau et du nucléole paraissent augmenter en nombre et en grandeur. Toutes ces observations peuvent être faites sur les leucocytes des mêmes animaux (Roussettes, Raies, Siponcles, Holothuries. etc.). D'autre part, si pendant l'examen du sang sur fond noir, on fait arriver sur la lamelle une petite quantité de solution Na OH à $\frac{N}{1.000}$ par exemple, les corps cytoplasmique, nucléaire et nucléolaire deviennent plus sombres et les granulations figurées de moins en moins distinctes ; en faisant agir sur la préparation une concentration de soude un peu plus forte ($\frac{N}{7 \text{ à } 800}$) on transforme cyto, caryo et nucléoplasme en une masse complètement obscure. Toute différente paraît être l'action des acides : l'apparition d'un granulum protoplasmique et la genèse d'amas plus ou moins volumineux sont en raison directe de la concentration de la solution qu'on a fait agir sur la matière vivante. L'action des milieux hypo et hypertoniques est tout à fait comparable à celle que provoquent les solutions alcalines et acides.

Les éléments épithéliaux se prêtent moins aisément que le sang aux recherches in vivo ; pour tourner la difficulté, on est obligé, avant toute fixation, de soumettre les animaux à des milieux d'alcalinité, d'acidité ou de concentration différentes.

Par ces différentes méthodes on obtient des observations très concordantes : c'est ainsi que, dans la cellule absorbante ou glandulaire, la fragmentation des chondriocontes et la lyse protoplasmique sont toujours provoquées par les milieux alcalins ou hypotoniques tandis que la contraction des constituants cellulaires succède invariablement à l'action des acides et des solutions hypertoniques. Ces derniers agents, il est vrai, peuvent amener la liquéfaction du protoplasme mais ce phénomène ne se manifeste que lorsque la substance vivante, tuée par l'acide ou la solution hypertonique, s'est rehydratée ; il ne s'agit donc plus d'une réaction du protoplasme envers un agent chimique. En résumé, 1° la matière vivante nous apparaît comme un gel alcalin que précipitent les ions H tandis que les ions O H le solubilisent ; 2° la structure cellulaire est fonction des réactions du milieu. Il est particulièrement intéressant de remarquer que les phénomènes observés dans la cellule animale et dans la cellule végétale sont absolument comparables[1].

Je me suis demandé si ces phénomènes ont lieu dans l'organisme normal, *en train de vivre* ou, en d'autres termes, si l'état physique du protoplasme peut revêtir, sous certaines influences, un facies plus ou moins granuleux ou un aspect plus ou moins homogène et dans quelles limites ces changements d'état physique sont compatibles avec les manifestations de la vie. L'état *homogène* du cytoplasme caractérise les éléments jeunes (lymphocytes, cellules filles) ou les éléments des animaux carencés. Dans ces formations, l'examen sur fond noir ne nous permet pas d'apercevoir les granulations brillantes que présente le cytoplasme des cellules adultes des animaux normalement alimentés. Nous savons, d'autre part, que, dans l'organisme normal, les granulations mitochondriales apparaissent nombreuses au moment de l'absorption des aliments ; or, il n'est pas douteux que ces chondriosomes granuleux naissent de la fragmentation des éléments filamenteux du chondriome et que ce phénomène est provoqué par une rupture d'équilibre déterminée, dans les constituants cellulaires, par l'afflux des matières nutritives. A quels groupes d'aliments pouvons-nous attribuer ce phénomène ? Je ne crois pas que la fragmentation du chondriome ou l'apparition du facies granuleux de la cellule soient spécifiquement provoqués par tels ou tels groupements nutritifs : tout aliment, comme tout colloïde étranger, détermine dans la cellule une rupture d'équilibre qui se traduit par la transformation morphologique de la substance vivante.

---

[1] Fauré-Frémiet (Arch. d'Anat. microsc. T. XI 1910), Guillermond (Rev. gén. Bot. T. XXXI 1919).

Les deux états sous lesquels se présente la matière vivante offrent un caractère de réversibilité tout à fait intéressant. En faisant agir sur le protoplasme des solutions alcalines ou acides, on peut alternativement faire passer la matière vivante de l'état de gel à l'état de sol : ces changements d'ordre physique ne sont du reste pas incompatibles avec la vie pourvu qu'ils ne dépassent pas certaines limites : c'est ainsi que les leucocytes de *Scyllium catulus* ou *canicula* Cuv. soumis avec prudence à ce traitement ne prennent pas l'éosine tandis qu'ils absorbent très vivement ce colorant sitôt qu'ils entrent en dépression ; de plus, certaines déformations de leur surface me permettent de supposer qu'ils sont encore capables de diapédèse. Voici qui est plus démonstratif. Examinées à l'ultramicroscope, les *Paramécies*, les urnes de *Sipunculus nudus* L. alternativement soumises à des solutions alcalines et acides continuent à faire vibrer leur appareil ciliaire, que leur protoplasme soit à l'état de gel ou de sol. Est-il besoin de dire que ces observations sont très délicates et doivent être faites très rapidement et avec beaucoup de prudence ? En effet, si on ne ménage pas de transition entre les deux états physiques de la substance vivante, des granules volumineux apparaissent (réaction acide) ou le protoplasme passe à l'état obscur (plasmolyse), les cils cessent de vibrer et la cellule toute entière se colore par l'éosine.

Sans songer à édifier de vastes théories sur de simples observations encore bien incomplètes, peut être pourrait-on supposer avec quelque vraissemblance que chacun des états physiques de la matière vivante caractérisé par des changements de tension superficielle,de viscosité,de conductibilité électrique etc. confère aux protoplasmes une activité ou des activités spéciales. Dès lors ne pourrait-on pas admettre que beaucoup de phénomènes organiques qu'on attribue généralement à l'action d'hypothétiques enzymes et enzymoïdes sont simplement provoqués par un changement de structure, partant de propriétés, consécutif à une rupture de l'équilibre micellaire des constituants protoplasmiques ? Cette hypothèse n'est pas seulement une simple vue de l'esprit : toute une série de recherches entreprises au Musée Océanographique de Monaco et poursuivies à l'Institut Pasteur de Paris par M. de Kopaczewski, recherches dont les conséquences peuvent être considérables, paraissent lui donner une base solide. Entre autres choses, Kopaczewski n'a-t-il pas démontré que la toxicité du sérum de la murène est liée à sa structure micellaire et que tous les chocs « observés à la suite d'introduction dans l'appareil circulatoire de substances étrangères : gels et suspensions colloïdales, peptones, microbes en suspension etc. sont dus à des phénomènes physiques, s'accomplissant entre les colloïdes et régis par les lois des réactions colloïdales »[1].

Que nous l'étudions dans le corps cellulaire,le noyau ou le nucléole, le protoplasme paraît donc, en dernière analyse, constitué par 2 formations: une matière amorphe plus ou moins visqueuse servant de solvant à des granulations inframicroscopiques. Dès lors une question se pose : les constituants protoplasmiques accessibles à l'observation microscopique ordinaire sont-ils rigoureusement spécifiques ou ne représentent-ils qu'une même substance dont la morphologie et le chimisme se sont modifiés au cours de l'évolution cellulaire ? L'école allemande paraît résolument pluraliste. D'après Reinke, le suc nucléaire serait constitué par une substance à laquelle il donne le nom d'œdématine ; d'autre part M. Heidenhain désigne sous le nom de lanthanine des grains acidophiles disséminés sur les mailles du *réseau de linine* (?) ou parmi les granulations basophiles qui caractérisent la chromatine vraie ; pour Maziarski[2], cette oxychromatine serait l'état granuleux du suc nucléaire et représenterait à la fois, l'œdématine, la lanthanine, la linine, la plastine, etc. etc. Toutes ces formations seraient « des grains lininiens qui, débarrassés de la chromatine prennent seulement les colorants acides ». Par conséquent, d'après Maziarski, il existerait 2 substances nucléaires dont l'une (linine, plastine, etc.) servirait de support à l'autre et « déterminerait la configuration du noyau. » C'est du reste sur la présence de ces 2 substances chromophiles qu'Auerbach a édifié sa théorie de l'hermaphroditisme nucléaire ! Il serait puéril de nier la *dualité chromophile* du noyau mais ne serait-il pas tout aussi imprudent de conclure de ce fait qu'il existe 2 substances nucléaires distinctes ? Ce sont, je crois, 2 entités purement conceptuelles sur la constitution desquelles les théoriciens de la structure cellulaire ont négligé de nous donner des détails quelque peu précis et dont la nature spécifique est attestée surtout par des affinités tinctoriales ; nous reviendrons sur le chimisme de ces formations. Il semble même que les aspects morphologiques de la substance oxyphile du noyau aient hypnotisé un grand nombre de cytologistes et que la dualité de la substance nucléaire repose surtout sur ce fait que la plastine, la lanthanine, etc. se présentent le plus souvent sous un aspect réticulé tandis que la chromatine vraie formerait des granulations ou des mottes irrégulières. Or, cette observation est inexacte : le réseau de linine est un artefact de même que les parois des hypothétiques alvéoles chromatifères de Maziarski ; d'autre part, la chromatine vraie peut exister à l'état de dissolution ou de grains accessibles ou non à l'observation microscopique et donner naissance aux noyaux homogènes ou aux noyaux granuleux. De nombreux cytologistes paraissent avoir éprouvé quelque embarras pour concilier leur théorie avec l'observation de noyaux non réticulés, non alvéolaires c'est-à-dire *normaux* ; toutefois, l'existence du « réseau de linine » ou « de vacuoles à parois plastiniennes » constitue dans leur esprit un tel acte de foi qu'ils supposent, dans ce cas, que la linine se dissimule sous la chromatine ! En réalité, dans les noyaux à volumineux microsomes, le suc nucléaire s'est transformé plus ou moins complètement en chromatine.

---

[1] C. R. Ac. Sc. Paris 1919. Voir pour le même auteur. Bull. Inst. Océan. Monaco 1917 et Annales Institut Pasteur 1918 etc.

[2] Arch. f. Zellforschung B. 4. 1910.

Dans le corps cellulaire et le nucléole, la matière vivante présente les mêmes éléments constitutifs (substance fondamentale et formations figurées) que j'ai décrites dans le caryoplasme : aussi retrouvons-nous dans un grand nombre de mémoires le réseau, les vacuoles, etc. que certains auteurs ont étudiés dans le noyau ; c'est logique mais tout aussi inexact. Examiner cette question me paraît aussi inutile que de rappeler les innombrables formations qui ont été confondues avec le chondriome : les travaux de Bouin [1], Prenant [2], Champy [3], Guillermond [4], etc. ont mis une suffisante clarté dans cette question.

L'étude vitale et l'examen de préparations fixées nous permettent d'affirmer que les granulations protoplasmiques offrent un volume et des affinités tinctoriales très variables, en rapport avec l'âge, les conditions de milieu, l'état de jeûne ou d'alimentation de l'animal ; en d'autres termes, les granulations protoplasmiques présentent une évolution dont les différents stades (jeunesse, maturation, maturité) se traduisent par des variations morphologiques et chimiques. Ces faits ne nous autorisent-ils pas à supposer qu'il n'existe fondamentalement dans la cellule qu'une seule substance vivante qui, sous diverses influences (quand elle est saturée par certains apports exogènes) se concrète sous forme de granulations inframicroscopiques dont l'existence se traduit par la vague luminosité révélée par l'ultramicroscope ? Pourquoi ne pas considérer les mitochondries dont l'origine cytoplasmique est indéniable et les caryosomes ou les nucléoles qui prennent naissance dans le noyau comme des complexes micellaires constitués par les éléments mêmes de la substance fondamentale ? Ainsi disparaîtrait le dualisme ou plutôt le pluralisme constitutif du protoplasme dont la réalité est loin d'avoir été établie. Sans doute objectera-t-on que la chromatine, le chondriome, la plastine, la pyrénine etc. diffèrent par leur chimisme et leurs affinités tinctoriales : la valeur de ces arguments est très relative. Comment supposer, en effet, qu'une même substance puisse conserver une identité chimique permanente sous les multiples influences d'apports exogènes incessants et surtout de localisations spéciales qui entraînent des modifications profondes dans la nature des échanges entre la substance vivante et le milieu extérieur, le régime des pressions, de température etc. dont le corps cellulaire, le noyau et le nucléole sont le siège ? La substance fondamentale, c'est-à-dire le protoplasme sans ses formations figurées et ses inclusions paraplasmiques, présente-t-elle même chimisme dans tous les tissus et les organes ? Il serait puéril de l'affirmer et cependant personne n'a songé (fort heureusemeut) à créer des espèces dans cette substance fondamentale ! Même dans l'unique cellule d'un Protiste, les réactions du cytoplasme varient avec la région étudiée et Fauré-Frémiet a constaté que chez les Paramécies, l'alcalinité caractéristique du protoplasme peut disparaître au moment de la conjugaison. Du reste supposer que la molécule protoplasmique est immuablement fixée dans sa constitution chimique serait nier le caractère le plus saillant de la substance vivante c'est-à-dire sa labilité chimique. Quant aux réactions tinctoriales des substances amorphes et figurées de la cellule, elles sont sans doute très précieuses au point de vue descriptif mais ne prouvent pas la spécificité d'origine ou de constitution de la substance vivante : l'acidophilie ou la basophilie caractérisent indifféremment les substances protoplasmiques, les matières de réserve, les excreta, les organismes dégénérés, les inclusions phagocytaires etc. Pour être logiques, certains auteurs auraient dû établir sur leurs affinités tinctoriales l'identité d'un microbe phagocyté ou d'un globule graisseux avec la chromatine et le cytoplasme ! Cependant c'est sur de pareils arguments qu'ont été fondées une infinité de théories : la célèbre doctrine d'Ehrlich sur la spécificité des leucocytes granuleux ne repose-t-elle pas sur des bases aussi fragiles ?

---

[1] Arch. Zool. expérimentale. T. III. 1905.

[2] Journ. de l'anat. T. XI. 1910.

[3] Arch. d'anat. micr. T. XIII. 1911.

[4] Rev. gén. Bot. T. XXXI. 1919.

Pour Levaditi[1] qui a résumé cette théorie sous le patronnage d'Ehrlich lui-même « un leucocyte granulé ne renferme jamais, en plus de ses granulations, des formations granulaires caractérisant d'autres catégories de leucocytes... On n'a jamais trouvé dans un protoplasme leucoytaire 2 espèces granulaires caractéristiques des grandes classes de globules blancs ». Ces conclusions sont absolument contredites par l'étude du sang dans la série animale : c'est ainsi que M^{lle} Drzewina a démontré que chez divers animaux, certains leucocytes présentent à la fois des granulations acidophiles et basophiles.

---

[1] Le leucocyte et ses granulations. Paris. Naud. 1902.

J'ai repris cette étude chez *Scyllium*, *Raja*, *Sipunculus*, *Holothuria* etc. et je suis persuadé que le dogme de la spécificité leucocytaire reste à démontrer. Chez *Scyllium catulus* Cuv., *Raja punctata* Risso, nous ne trouvons aucun caractère essentiel présentant assez de fixité pour nous permettre de confirmer la dualité spécifique des globules blancs. Certains lymphocytes, par exemple, sont plus volumineux que des mononucléaires et les propriétés tinctoriales de leur cytoplasme et de leur noyau sont essentiellement variables ; j'ajoute qu'il n'est pas rare d'observer dans un lymphocyte la présence de quelques granulations dont la taille et le nombre sont fonction de l'âge de l'élément considéré. Cette simple observation ne semble-t-elle pas nous autoriser à conclure que le mononucléaire est un lymphocyte adulte ou plus âgé ? D'autre part, chez les Sélaciens dont j'ai étudié le sang et les localisations lymphoïdes, il est souvent impossible de ranger les globules blancs dans le cadre que leur ont tracé les classiques. On observe souvent, par exemple, dans un même leucocyte, des grains nettement acidophiles au milieu de granulations basophiles ou encore, on voit dans un leucocyte dont tous les grains sont oxyphiles toutes les transitions entre une acidophilie forte et une acidophilie si atténuée qu'elle confine à la basophilie ! Dans ces éléments, en effet, le triacide teint certaines granulations en orangé, d'autres en violet, d'autres en vert ; de même si, après avoir coloré pendant 24 heures dans une solution concentrée d'éosine nous régressons à fond par une solution de bicarbonate de soude à 2 °/₀, nous obtenons les mêmes résultats : certaines granulations très acidophiles (rouge brique) sont disséminées sans ordre apparent au milieu de grains plus ou moins rougeâtres (acidophilie décroissante) et d'autres tout à fait décolorés. Cette évolution chromophile est tout à fait comparable à celle qu'on observe dans les grains de chromatine des noyaux leucocytaires et épithéliaux. Puisqu'il est démontré d'une part, que les réactions chromatiques du noyau sont conditionnées par la plus ou moins grande quantité d'acide nucléique que renferme cet élément et d'autre part, que les variations tinctoriales du noyau dépendent de la quantité de phosphore qui entre dans la constitution de ses nucléines sans qu'il soit besoin de faire intervenir une pluralité d'origine de ces grains, pourquoi baser sur le polymorphisme tinctorial des granulations leucocytaires le dualisme spécifique des globules blancs ? L'histogénèse des leucocytes, pas plus que l'évolution morphologique de leurs granulations, ne nous permet de confirmer les conclusions d'Ehrlich. Les lymphocytes, les mononucléaires et les leucocytes granuleux sont les formes évolutives d'un même élément et constituent une série essentiellement monophylétique.

CONCLUSIONS.

A. La substance vivante est constituée, en dernière analyse, par une matière fondamentale optiquement homogène tenant en suspension des agrégats micellaires plus ou moins nombreux dont l'origine relève très vraisemblablement d'une sorte de précipitation ou d'agglomération de certains éléments protoplasmiques. Ce phénomène qu'on pourrait rapprocher de la flocculation colloïdale paraît conditionné par une saturation relative de la substance fondamentale par les apports nutritifs et les réactions qui s'établissent entre certains colloïdes et leur solvant et même entre les micelles.

B. La morphologie de la substance vivante ne répond pas à un schéma immuable mais paraît fonction des réactions qui s'établissent entre le milieu ambiant et la cellule et entre les colloïdes de la cellule sous l'influence de certains facteurs dont quelques-uns ont été déterminés par l'expérimentation.

Suivant les agents qui agissent sur la cellule, le protoplasme nous apparaît comme un gel ou comme un sol. Ces 2 états sont réversibles et, dans une certaine limite, compatibles avec la vie de la cellule : c'est ainsi que les colloïdes protoplasmiques stabilisés par une solution acide, homogénéisés ensuite par un mélange alcalin continuent à manifester leur activité par la diapédèse (leucocytes des *Scyllium*, *Sipunculus*, *Holothuria*, etc.) ou les battements ciliaires (*Paramécies*, *urnes de Siponcle*).

C. La substance fondamentale et les formations figurées du protoplasme présentent une évolution morphologique et chimique dont les différents stades se traduisent par des changements de forme, de volume, de chromaticité, etc. qui nous permettent d'établir des termes de passage d'une part, entre la substance fondamentale et ses granulations, d'autre part entre les différents éléments qui constituent chaque groupe de corps figurés du cyto, caryo et nucléoplasme (chondriome, granulations nucléaires et nucléolaires). Cette conclusion est basée sur les faits suivants. Dans le sang des Sélaciens et des invertébrés que j'ai étudiés : 1° le cytoplasme du lymphocyte est d'autant plus réduit et basophile qu'il est plus jeune ; 2° le développement et le chimisme du chondriome, sa richesse en éléments différenciés pour une fonction déterminée (zymogénèse, mise en réserve, etc.) sont en raison directe de l'âge du globule blanc et du régime biologique de l'animal ; 3° le nombre, le volume et les affinités tinctoriales des granulations nucléaires et nucléolaires sont fonction des conditons de milieu et de nutrition de l'organisme.

D. Dans le noyau, le nucléole et le cytoplasme, les formations figurées de la substance vivante sont constituées par une matière unique — le protoplasme — dont l'état physique, la morphologie et le chimisme se sont différenciés sous l'influence des apports exogènes et des diverses localisations de ce protoplasme dans le corps cellulaire. En d'autres termes, le chondriome, les granulations nucléaires et nucléolaires sont du protoplasme dont les éléments constitutifs sont stabilisés ; d'autre part, les cyto, caryo et nucléoplasmes représentent les formes évolutives d'une même substance dont les constantes relations d'échanges s'effectuent à travers une membrane très comparable aux membranes de précipitation formées à la limite de liquides non miscibles ; à certains moments, (karyokinèse, par exemple) cette membrane disparaît et la distinction de la substance vivante en cyto, caryo et nucléoplasme est impossible. Par conséquent, ce n'est ni le cytoplasme, ni le noyau, ni le nucléole qui a la propriété *exclusive* de fournir à la cellule son matériel sécrétoire : le protoplasme tout entier contribue par ses diverses localisations à l'élaboration des enzymes, des réserves, des pigments etc.

D'autre part, pas plus que l'hérédité d'une goutte d'eau n'est conditionnée par ses atomes d'hydrogène ou par son atome d'oxygène mais par les propriétés du groupement $H^2 O$, les caractères héréditaires de la substance vivante ne sont pas déterminés exclusivement par un constituant cellulaire en quelque sorte *spécifique* (bioblaste, biophore, gemmule, idiochromatine etc.), mais par les propriétés et l'action synergique de tous les éléments protoplasmiques sans toutefois que nous puissions préciser la part qui revient à chacun des constituants cellulaires ou le rôle respectif des corps dont la combinaison donne naissance à un complexe inorganique dans le déterminisme de l'hérédité morphologique et fonctionnelle d'une cellule ou de l'hérédité morphologique et chimique d'un cristal.

E. Les éléments figurés de la substance vivante présentent dans leurs localisations respectives une même évolution ; il est impossible de retrouver dans les mitochondries de la cellule animale la spécificité évolutive que Guillermond et ses élèves ont signalée dans l'appareil mitochondrial de la cellule végétale.

F. De même qu'il n'est pas possible de baser sur de simples affinités tinctoriales la spécificité originelle des constituants cellulaires, de même ni la morphologie, ni la chromophilie, ni l'histogénèse, ne nous permettent de confirmer la célèbre doctrine d'Ehrlich sur le dualisme spécifique des leucocytes et de leurs granulations.

(Travail de l'Institut Océanographique. Laboratoire du Musée de Monaco).

* * *

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

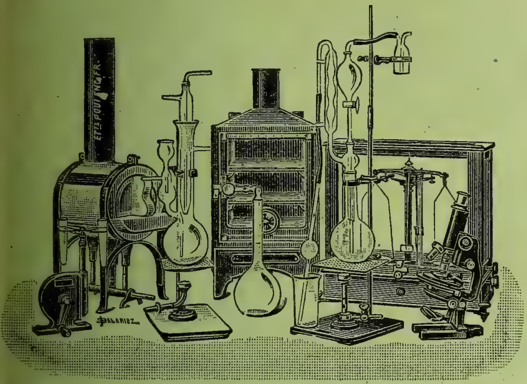
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE


ETS POULENC FR.

ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

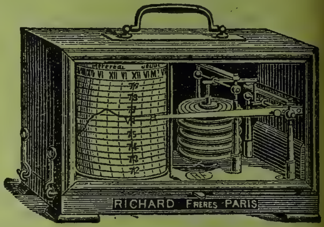
Campagnes Scientifiques de S.A S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

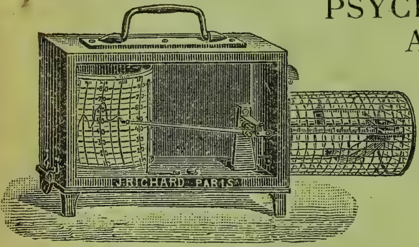
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie


RICHARD FRERES PARIS

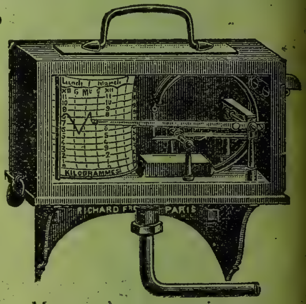
Baromètre enregistreur

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.


J. RICHARD PARIS

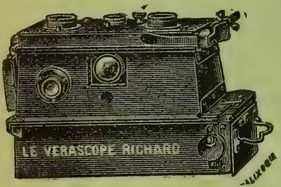
Thermomètre enregistreur

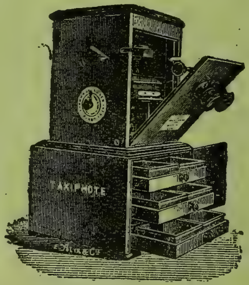
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRÈRES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VERASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)

SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue
Paris

15,3,20

N° 388. 20 Mai 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

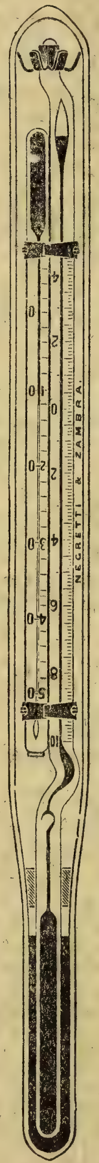
Sur l'atrophie pigmentaire du foie chez *Scyllium catulus* Cuv.

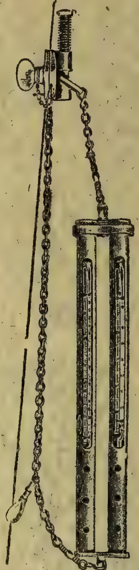
par le Dr **F. LADREYT.**

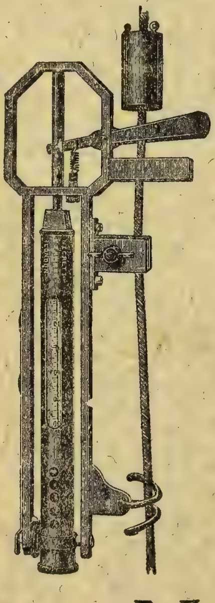
Smithsonian Institution
JUL 16 1921
252749
National Museum

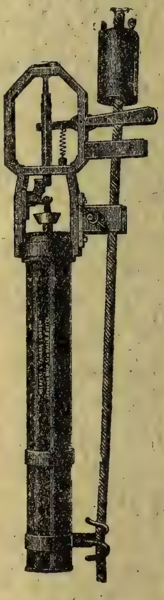
MONACO

THERMOMÈTRES
A RENVERSEMENT


NEGRETTI & ZAMBRA.







NEGRETTI & ZAMBRA

38, Holborn Viaduct, E. C. I.

LONDON

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 388. — 20 Mai 1921.

Sur l'atrophie pigmentaire du foie chez *Scyllium catulus* Cuv.

par le Dr **F. LADREYT.**

Le foie qui fait l'objet de la présente note a été prélevé sur une Roussette dont la taille ne dépassait pas 25 centimètres de longueur ; il présentait une coloration noir bleuâtre et une extrême réduction (environ des deux tiers) de son volume normal. L'examen histologique de l'organe nous révèle un ensemble de lésions presque exclusivement localisées au parenchyme glandulaire dont elles provoquent l'atrophie. Tandis que les unes n'ont rien de spécifique, les autres se traduisent par la genèse de granulations diversement colorées qui transforment la cellule hépatique en un bloc pigmentaire.

Chez les Roussettes, la cellule hépatique normale est un élément polyédrique dont le cytoplasme renferme un grand nombre de mitochondries ; l'évolution de ces formations aboutit à la différenciation des inclusions paraplasmiques très variées qui caractérisent la cellule hépatique. Dans le foie atrophique, ce schéma est rarement réalisé. Abstraction faite des cellules pigmentées[1], les éléments glandulaires sont atteints par 2 types de lésions. Les unes sont caractérisées par la cytolyse du chondriome dont les éléments semblent se dissoudre progressivement dans le corps cytoplasmique avant de disparaître dans le milieu ambiant : ce mode de régression confère à la cellule glandulaire un aspect qui correspond tout à fait à l'« état clair » que certains classiques ont attribué à l'élément hépatique normal ! Un deuxième type de dégénérescence se traduit par l'homogénéisation du cytoplasme consécutive à la fusion de ses constituants en un bloc plus ou moins irrégulier dans lequel on voit souvent des espaces clairs dont la présence relève de l'inégale rétraction de la masse cytoplasmique ou de la nécrose de certains territoires cellulaires. La dégénérescence totale du noyau paraît, en général plus tardive et, dans les deux cas, postérieure à la régression du protoplasme ; elle débute par un gonflement du nucléole et des caryosomes auquel succède la fusion ou l'expulsion de ces éléments. Suivant le type de régression des constituants protoplasmiques, cytolyse ou homogénéisation, la cellule hépatique se présente comme une vésicule claire limitée par une bordure plus ou moins chromophile ou comme un bloc dans lequel sont inclues des vacuoles. Bien que j'aie suivi très attentivement la régression de la cellule glandulaire, je me suis demandé si les « espaces clairs » ne sont pas des artefacts et représentent réellement des stades de la nécrose cellulaire. On pouvait supposer, en effet, que sous l'influence de certains agents pathogènes, le protoplasme de la cellule hépatique aurait subi des modifications telles que sa coagulation par les fixateurs aurait été rendue impossible, d'où sa dissolution totale ou partielle. Cette hypothèse n'a pas été justifiée par l'examen de la cellule vivante. Du reste, un phénomène que les hasards de l'expérimentation m'ont permis d'observer se traduit par les mêmes lésions : quand on soumet une coupe épaisse du foie aux vapeurs d'acide nitrique (réaction de Gmelin), on voit nettement, pour peu que l'observation microscopique se prolonge, que la dissolution des pigments biliaires provoque la formation de trous tout à fait comparables aux espaces clairs consécutifs à la fonte du protoplasme dégénéré.

---

[1] A l'exemple de M. Prenant, je désigne sous le nom de cellules pigmentées les éléments dont les inclusions colorées sont accidentelles, anormales, réservant le nom de *cellules pigmentaires* aux formations dans lesquelles le pigment constitue une enclave nécessaire, constante et spécifique.

Dans le foie atrophique, les phénomènes de régression donnent naissance à des foyers de nécrose caractérisés par la fusion des cellules glandulaires en une masse uniforme, peu chromophile, dans laquelle sont épars des noyaux pycnotiques formant des blocs plus ou moins compacts et des noyaux vésiculeux achromatiques. Parmi les éléments cellulaires, certains ont la forme de longs fuseaux dans l'axe desquels s'étend un corps très chromatique ; d'autres sont assez régulièrement sphériques ou plus ou moins ramifiés et limités par une épaisse zone de condensation etc. Il faut avoir suivi tous les stades de la régression cellulaire pour pouvoir identifier ces éléments, car, à ce stade, la cellule hépatique est absolument méconnaissable. Quel que soit leur polymorphisme, les formations du parenchyme glandulaire présentent un caractère commun, l'atrophie, et une fin identique, leur disparition des travées hépatiques, d'où la formation de lacunes reproduisant d'autant plus fidèlement la forme des éléments primitifs qu'on les observe à un stade plus voisin de leur genèse. Ces phénomènes provoquent la désagrégation complète des travées hépatiques et la fonte massive de certains territoires de l'organe. Comme les cellules pigmentées présentent la même évolution nécrotique et qu'aucune réaction régénératrice (épithéliale ou conjonctive) ne compense les pertes du parenchyme glandulaire, l'atrophie du foie s'établit progressivement.

La morphologie spécifique de l'organe est déterminée par la différenciation d'éléments pigmentés répondant à deux types principaux, la cellule jaune ocracée et la cellule noire entre lesquelles on trouve toutes les formes de passage. Le pigment jaune se présente sous forme de grains arrondis ou ovalaires ; toutefois, dans les éléments dont la dégénérescence est précoce, les granulations peuvent se fusionner en un bloc plus ou moins compact. Au contraire, le pigment noir constitue le plus généralement des mottes volumineuses dont la fusion dans le corps cellulaire transforme l'élément hépatique en un massif pigmenté ; le facies granulaire de la matière noire est assez rare et marque le stade de début de son évolution qui paraît être très rapide. L'un et l'autre de ces pigments sont intracellulaires et parfois intercellulaires. Certains auteurs[1] se sont autorisés de ces faits pour admettre l'origine extracellulaire du pigment ; cette conclusion me paraît injustifiée et je crois que le pigment ne devient extracellulaire qu'après la fonte de l'élément dans lequel il s'est différencié. J'ajoute que le couteau du microtome me paraît jouer un certain rôle dans cette topographie anormale des granulations pigmentaires ! Dans les cellules pigmentées du foie de notre *Scyllium*, l'évolution du noyau est parallèle à celle du cytoplasme : d'une façon générale, les éléments caryoplasmiques se transforment complètement, à la fin de leur évolution, en un bloc pycnotique dont la morphologie paraît fonction de l'élément où il se développe. En effet, tandis que dans les cellules jaunes, le massif nucléaire semble n'avoir aucun rapport avec le pigment en ce sens que les éléments caryoplasmiques dégénèrent in situ sans qu'il m'ait été possible d'observer une seule image de participation nucléaire à la fonction pigmentaire, le noyau des cellules noires paraît se transformer en un bloc mélanique faisant corps avec le pigment. Ces observations ne méconnaissent pas les échanges caryo-cytoplasmiques, ce qui serait absurde ; j'affirme simplement que les relations cyto-nucléaires ne se traduisent pas, dans les cellules jaunes, par la transformation pigmentaire du noyau ou la pigmentation d'éléments figurés d'origine nucléaire ou nucléolaire émigrés dans le cytoplasme. D'une façon très générale, le pigment jaune apparaît dans la cellule sous forme de grains individualisés ; le pigment noir se différencie tantôt aux dépens des grains ocracés, tantôt aux dépens du contenu de la cellule hépatique apigmentée. Il est très difficile d'affirmer lequel de ces deux processus est le plus fréquent ; peut-être leur localisation est-elle en rapport avec la topographie hépatique? Cette hypothèse est assez vraisemblable, mais je n'ai pu déterminer les causes locales qui conditionnent, dès leur apparition, la morphologie évolutive des deux pigments. Toutefois, ce dont je suis certain, c'est que jamais le pigment ocre n'apparaît dans une cellule noire ou ne se différencie aux dépens de grains mélaniques. Au contraire, si on soumet une cellule noire à l'action dépigmentante d'un alcali, on voit que des grains d'un jaune plus ou moins atténué servent, en quelque sorte, de substratum au pigment brun que je considère comme l'état parfait, définitif du pigment jaune, tout au moins dans ces éléments.

---

[1] Cf. Türck. Arch. f. path. Anat. Bd. cxxx, 1892.

Les deux pigments ne diffèrent pas moins par leurs réactions que par leur aspect. Les granulations ocracées semblaient indiquer la nature biliaire de ces formations et nous savons que l'hématoporphyrine est très caractéristique de certaines atrophies du foie. La réaction de Gmelin m'a démontré que cette hypothèse n'était pas fondée. La recherche du fer par le ferrocyanure de potassium après démasquage par l'alcool chlorhydrique ou sulfurique m'a donné des résultats nettement positifs :

le pigment jaune est un albuminate de fer, une hémosidérine, que sa résistance aux alcalis me ferait identifier à la rubigine de Lapicque si sa forte liaison avec la matière protéique ne m'interdisait d'en faire un oxyde de fer. Le pigment noir présente une résistance extraordinaire aux acides minéraux ; seuls les alcalis le dissolvent plus ou moins complètement. La réaction de Gmelin est négative et les essais de démasquage les plus énergiques ne m'ont pas permis d'obtenir les réactions du fer : ce n'est donc ni un pigment biliaire ni un pigment ferrugineux (histologiquement) mais une mélanine très comparable et peut-être identique à l'hémofuscine dont Recklinghausen a étudié l'évolution dans l'hémochromatose. Mes observations cadrent bien avec la théorie de Recklinghausen pour qui l'hémofuscine est un produit résiduel de l'hémosidérine privée de son fer.

La différenciation d'une hémosidérine aux dépens de l'hémoglobine dissoute et accumulée dans la cellule hépatique nous prouve que certaines théories sont trop exclusives qui n'attribuent l'évolution du pigment ferrugineux qu'à l'action spécifique des leucocytes sur le stroma globulaire ou qu'à la seule transformation de l'hémoglobine laquée qui imprègne la cellule du foie ; en réalité, la formation de l'hémosidérine relève de ces deux processus et mes conclusions confirment sans restriction les observations de M. Diwany[1] sur l'embryotrophe hématique des Mammifères et les dégradations de l'hémoglobine. D'autre part, la transformation de l'hémosidérine hépatique en mélanine ne paraît pas être la seule origine du pigment noir du foie de notre *Scyllium*. Nous avons vu, en effet, que des granulations brunâtres apparaissent dans des cellules absolument dépourvues de grains jaunes : la mélanine peut donc se différencier sans passer par le stade hémosidérique aux dépens du contenu cellulaire et, dans ce cas, rien ne nous prouve qu'elle tire son origine de la matière colorante du sang. Bertrand et Bourquelot[1], Samuely[2], Neuberg[3], Verne[4] etc., ont démontré que les mélanines peuvent être considérées comme des complexes cycliques de l'évolution des matières albuminoïdes et réalisé le pigment noir en partant des acides aminés. Or, dans le foie atrophique de notre *Scyllium* les produits dérivés de la transformation des matières albuminoïdes sont beaucoup plus abondants qu'à l'état normal : l'hydrolyse du tissu hépatique par les acides m'a fourni une quantité très grande de corps abiurétiques parmi lesquels j'ai décelé la tyrosine. Les mêmes faits ont d'ailleurs été constatés en pathologie humaine : la cellule hépatique malade ne peut plus transformer en urée les produits azotés dérivés de la dislocation des matières albuminoïdes, d'où l'abaissement parfois considérable de l'urée éliminée et la présence d'une quantité considérable d'acides aminés dans la cellule glandulaire du foie. Je n'ai pas tenté d'extraire de cet organe une oxydase particulière ; cette recherche était en quelque sorte stérile car même si j'avais décelé, dans la cellule hépatique une de ces *hypothétines* que nous croyons connaître pour la seule raison que nous leur avons donné un nom, je n'aurais pu être certain que son action ne relevât pas d'autres agents. Puisque, dans le foie atrophique de *Scyllium* nous avons, d'une part, des acides aminés et, d'autre part, du fer, pourquoi rechercher une oxydase particulière et ne pas conclure plus simplement que la mélanine résulte, dans certains cas, de l'oxydation des aminoacides par l'oxygène que leur cède sans cesse le fer ? Peut-être existe-t-il, entre le fer et les acides aminés, une ou plusieurs substances qui préparent ou déclanchent la réaction ; actuellement, nous ne pourrions faire que des hypothèses tout à fait gratuites. En dernière analyse, nous sommes amenés à considérer les cellules de ce foie pathologique comme des éléments très comparables à des *amino-acidophores*. Cette notion d'amino-acidophores introduite toute récemment par M. Verne dans l'histologie du pigment me paraît très féconde ; pour ne pas en tirer de conclusions prématurées, je me bornerai à rappeler qu'elle rend compte de la constitution si variable des mélanines et fait la preuve *vitale* des théories que Bertrand, Abderhalden n'avaient pu baser que sur des expériences in vitro.

---

[1] Thèse. Paris, 1919.

[1] C. R. Soc. Biol. Paris, 1896.

[2] Hofmeister's Beiträge, Bd. II, 1902.

[3] Biochemische Zeitschr., Bd. VIII, 1908.

[4] C. R. Soc. Biol. Paris, 1920.

Dans le foie de notre *Scyllium*, la pigmentogenèse paraît d'autant plus complexe qu'un des pigments, l'hémofuscine, semble se développer tantôt à partir des grains hémosidériques, tantôt aux dépens du contenu cellulaire. J'écarterai tout d'abord l'hypothèse de l'origine nucléaire ou nucléolaire des deux pigments que mes observations ne me permettent pas d'envisager ;

d'autre part, le pigment jaune ne paraît pas se différencier aux dépens de plastes ou d'enclaves cellulaires nettement figurées. Reste l'hypothèse mitochondriale qui, je crois, est très vraisemblable pour l'hémosidérine et une partie de l'hémofuscine. Dans ces deux cas, les granulations jaunes ou noires sont disséminées, au début de leur évolution, parmi les chondriosomes et il y a un balancement très net entre leur nombre, leur morphologie etc. Dans la cellule hépatique, le type mitochondrie ou le type chromochondrie prédomine et jamais l'un et l'autre à la fois ; quand les grains de pigment (chromochondries de Prenant) ont envahi le territoire cellulaire, les chondriosomes ont disparu. Il est donc très probable que les granulations jaunes et une partie des noires tirent leur origine des mitochondries avec lesquelles elles offrent tous les termes de passage. D'autre part, si on admet l'origine mitochondriale du pigment jaune, et cette hypothèse est très vraisemblable malgré que je n'aie pu faire la preuve de la pigmentation directe des mitochondries, on est obligé de conclure qu'une partie de la mélanine reconnaît la même évolution puisque l'hémosidérine ne représente que l'état transitoire, imparfait, du pigment définitif, c'est-à-dire mélanique. Dans les cellules où l'hémofuscine se différencie directement, je crois que l'évolution de ce pigment est conditionnée par les réactions que détermine le fer dans les aminoacides du parenchyme glandulaire : c'est l'affirmation de l'origine paraplastique d'une partie du pigment noir. Le chondriome intervient-il dans cette évolution ? Je l'ignore et tout ce que je puis affirmer, c'est qu'il y a un balancement très net entre les acides aminés du foie atrophique et la formation de l'hémosidérine. Toutes ces observations confirment les conclusions de M. Prenant[1] sur les origines des pigments, origines qu'on peut, *provisoirement*, grouper sous trois chefs (origines nucléaire ou nucléolaire, mitochondriale, plastique et paraplastique) sans compter les autres processus de pigmentation que nous ignorons encore et que seule nous révélera l'étude histophysiologique et histopathologique des pigments dans la série animale.

---

[1] C. R. Soc. Biol. Paris, 1913. Cf. aussi : M^{lle} Asvadourova. Arch. d'Anat. micr. T. XV, 1913.

CONCLUSIONS.

A. Chez *Scyllium catulus* Cuv., le foie atrophique en dégénérescence pigmentaire présente essentiellement deux ordres de lésions portant à peu près exclusivement sur la cellule glandulaire. Les unes sont *aspécifiques* et se traduisent par la plasmolyse ou l'homogénéisation des constituants protoplasmiques ; les autres sont *spécifiques* et leur évolution se caractérise par la genèse d'un pigment ferrugineux et d'une mélanine. Ces deux ordres de lésions donnent naissance à des plages de nécrose dont la fonte provoque la formation de brèches dans le parenchyme hépatique. Comme aucune réaction régénératrice, épithéliale ou conjonctive, ne compense ces pertes de substance, le foie s'atrophie progressivement.

B. Le pigment ferrugineux est un albuminate de fer (hémosidérine) que sa forte liaison avec le substratum protéique ne me permet pas d'identifier avec la rubigine de Lapicque ; c'est un pigment transitoire dont la forme définitive est réalisée par l'hémofuscine. Le pigment noir se développe tantôt aux dépens de l'hémosidérine, tantôt aux dépens des acides aminés soumis à l'action incessante de l'oxygène que leur cède le fer hépatique. Dans ce dernier cas, certains éléments glandulaires du foie peuvent être comparés aux *amino-acidophores* dont la notion a été introduite dans l'histologie du pigment par M. Verne.

C. Les pigments du foie atrophique reconnaissent une double origine : *mitochondriale* pour le pigment ferrugineux et une partie de l'hémofuscine, *paraplastique* pour une partie du pigment noir. Dans aucun cas, je n'ai observé de participation nucléaire ou nucléolaire directe à la genèse des pigments.

(Travail de l'Institut Océanographique.
Laboratoire du Musée de Monaco).

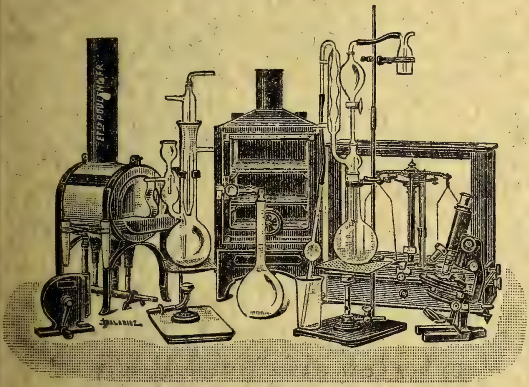
FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR ANALYSES || **PRODUITS CHIMIQUES** INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :
CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES
CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES
MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)
OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE ——
—— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

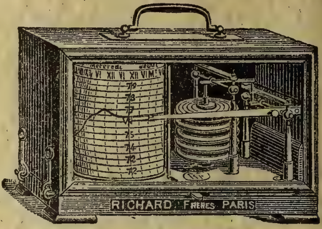
Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

VII, 1920.

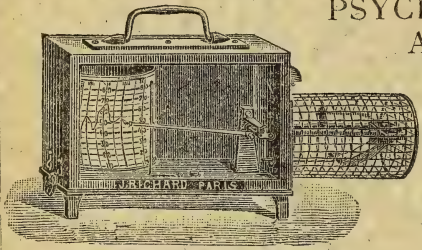
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

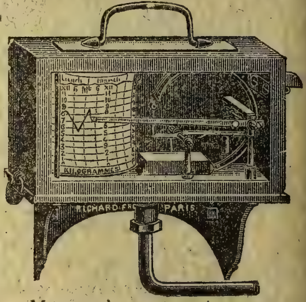

RICHARD FRÈRES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

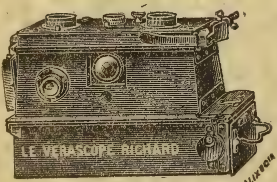
Thermomètre enregistreur

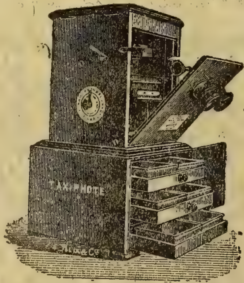
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRÈRES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 389. 25 Mai 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Croisière de la *Perche* en Méditerranée.

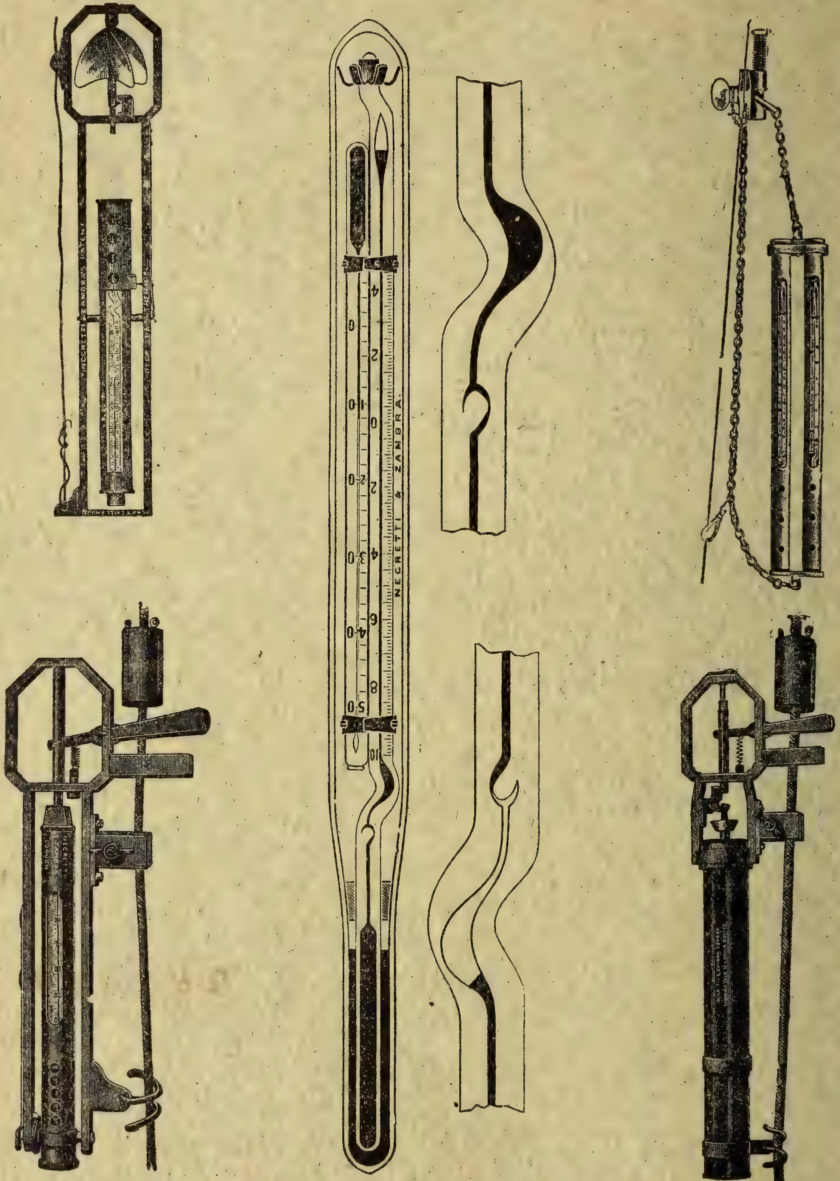
Détail des Opérations

Par H. HELDT.

Smithsonian Institution
JUL 16 1921
252749
National Museum.

MONACO

THERMOMÈTRES
A RENVERSEMENT


NEGRETTI & ZAMBRA

NEGRETTI & ZAMBRA

38, Holborn Viaduct, E. C. I.

LONDON

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 389. — 25 Mai 1921.

Croisière de la *Perche* en Méditerranée.

Détail des Opérations

Par **H. HELDT.**

La *PERCHE*, bâtiment océanographique de l'Office Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, commandé par le Lieutenant de vaisseau Niox-Chateau et ayant à son bord M. le Docteur Magalhaes Ramalho, naturaliste portugais et M. Heldt, naturaliste de l'Office, chef de Mission, apareilla de Brest pour Tunis le 14 octobre 1920.

L'équipage était constitué de marins garde-pêche en grande partie bretons, familiers avec toutes les méthodes de capture du poisson et pêcheurs acharnés. C'est pourquoi la *PERCHE*, pendant une croisière relativement courte, put recueillir un important matériel d'études sur la faune ichthyologique des côtes algériennes et tunisiennes.

Après une traversée diffiicile, par suite de la houle et du mauvais temps, la *PERCHE* arriva à Gibraltar le 20 octobre, à 18 heures. Dès ce moment, les observations scientifiques pour l'étude des eaux méditerranéennes furent commencées.

La croisière peut être divisée en trois parties :

1° Traversée du Gibralar à Tunis ;
2° Étude méthodique des Golfes de Tunis, Hammamet et Gabès ;
3° Traversée de Bizerte à Marseille.

Le Détail des Opérations donné dans les pages suivantes comprend :

Liste et emplacements des Stations ;
Pêches de Plankton ;
Échantillons d'Eau ;
Étude des Fonds.

LISTE DES STATIONS

DATE	HEURE	ST.	LIEU		OPÉRATIONS
			LATITUDE	LONGITUDE (Greenwich)	
1920 Novembre					
7	13h 15	214	36° 57' N.	10° 39' E.	Sondage.- Eau.- Drague.- Plankton. - Chalut.
8	0 10	216	37° 24'	10° 58'	Sondage. - Eau. - Plankton.
8	6 45	217	37° 12'	10° 54'	Sondage. - Eau. - Plankton.
8	7 30	218	37° 09'	10° 51',5	Sondage.- Eau.- Plankton.- Drague.
8	11 30	219	37° 08'	11° 04',2	Sondage.- Eau.- Plankton.- Drague.
8	9h 30 - 15h	220	37° 06',5	10° 48' 1/6	Tramail. - Seine.
8	16h 15	221	37° 08',1	10° 55',5	Sondage. - Plankton. - Drague.
9	9 20	222	36° 54',8	10° 13',5	Sondage.- Eau.- Plankton.- Drague.
9	14	223	36° 59'	11° 12'	Chalut.
10	6 45	224	Zembra		Sondage. - Eau. - Plankton. - Palanques. - Tramails.
10	12h - 14h 15	225	37° 10',5	10° 55'	Plankton. - Chalut.
10	5h 30	226	Zembra		Plankton. - Lignes. - Tramails.
10	10 40	227	37° 08'	11° 06',2	Sondage.- Eau.- Plankton.- Chalut.
10	16	228	36° 57',5	11° 14',4	Drague. - Plankton.
12	7	229	37° 05',1 N.	11° 01',5 E.	Sondage. - Eau. - Plankton.
12	7 30	230	37° 06',5	11° 02',5	Drague. - Plankton.
12	9h - 10h 30	231	37° 07'	11° 02',5	Chalut.
12	12h 30	232	Zembra		Lignes. - Tramails.
13	5 30	233	—		Lignes. - Tramails.
24 - 26		235 - 236	Baie Ponty		Lignes à main. - Seine. - Tramails.
27	10 50	237	37° 17' 2/3	9° 56' 2/3	Sondage.- Eau.- Plankton.- Drague.
27	12h - 15h	238	37° 18'	10° E.	Chalut. - Pêche du Corail.
27	19h 35	239	37° 13'	10° 39',5	Sondage. - Eau.
28	7 40	240	36° 20'	11° 23' E.	Sondage.- Eau.- Drague.- Plankton.
28	12	241	36° 15'	11° 08',5	Sondage. - Eau. - Plankton.
28	13 40	242	36° 19'	11° 02'	Sondage. - Eau. - Plankton.
28	14 20	243	36° 16'	11° 02'	Sondage. - Eau. - Plankton.
28	15	244	36° 13'	11° 02'	Sondage. - Plankton. - Drague.
28		245	36° 08' N.	11° 02' E.	Sondage.- Eau.- Plankton.- Drague.
29	7 40	246	35° 36'	12° 30'	Sondage.- Eau.- Plankton.- Drague.
29	13 30	247	35° 27'	12° 59' E.	Sondage. - Eau. - Plankton.
30	6 35	248	34° 16'	11° 40'	Sondage.- Eau.- Plankton.- Drague.
30	9h 15 - 9h 30	—	—	—	Drague.
30	9h 45 - 10h	—	—	—	Drague.
30	15h	249	34° 03' N.	11° 09'	Sondage.- Eau.- Plankton.- Drague.

PÊCHES DE PLANKTON

DATE	HEURE	N°	LIEU		OBSERVATIONS
			LATITUDE	LONGITUDE (Greenwich)	
1920					
15 oct.	12^{h}	P 1	46° 56' N.	6° 05' W.	Pêche en surf. Cydippes.
17 oct.	13	P 2	43° 20'	9° 14'	En surface.
—	16 30	P 3	42° 58',5	9° 24',5	—
—	18 30	P 4	42° 47'	9° 26',5	—
18 oct.	8 30	P 5	41° 14'	9° 39'	—
—	12 30	P 6	40° 47'	9° 39'	—
—	16 15	P 7	40° 21'	9° 39'	—
19 oct.	11 30	P 8	38° 03'	9° 26'	—
—	13	P 9	37° 51'	9° 22'	—
—	16	P 10	37° 29'	9° 14'	—
20 oct.	8	P 11	36° 22'	7° 18'	—
—	13	P 12	36° 05'	6° 34'	—
—	16	P 13	35° 55'	6° 07'	—
—	17 10	P 14	35° 51'	6° 02'	—
—	18 30	P 15	35° 54'	5° 54',5	—
29 oct.	8	P 16	37° 08',5	5° 58',5 E.	—
—	10	P 17	37° 10'	6° 15' E.	En surface. (Passage de Salpes et Vélelles)
—	11	P 18	37° 11' N.	6° 27' E.	En surface.
—	13	P 19	37° 10'	6° 48'	—
—	16	P 20	37° 11',5	7° 20'	—
30 oct.	8	P 21	37° 24',5	9° 48'	—
—	9	P 22	37° 20',5	9° 57'	—
—	15	P 23	La Goulette — Tunis		—
7 nov.	9^{h} 50-10^{h} 30	P 24	Tunis — La Goulette		—
—	14^{h} 15	P 25	Sur câble de drague	St. T 1	—
—	—	P 26		—	10^{m}-0
—	—	P 27		—	50^{m}-0
—	17^{h} 15	P 28	36° 58'	10° 42',5	En surface.
8 nov.	1^{h} 20-1^{h} 35	P 29		St. T 2	—
—	6^{h} 45	P 30		St. T 3	—
—	8^{h} 20-8^{h} 40	P 31	Sur câble de drague	St. T 4	50^{m}-0
—	—	P 32		—	30^{m}-0
—	—	P 33 P 34		— —	Surface. —
—	12^{h} 10-13^{h}	P 35	Sur drague	St. T 5	60^{m}-0
—	—	P 36		—	20^{m}-0
—	—	P 37		—	En surface.

DATE	HEURE	N°	LIEU LATITUDE	 LONGITUDE (Greenwich)	OBSERVATIONS
1920					
8 nov.	16^{h}15	P 38	St. T 7	Sur drague	En surface
9 nov.	9 20	P 39	St. T 8	Sur câble de drague	60^m-0
—	—	P 40	—		30^m-0
—	—	P 41	—		En surface
10 nov.	6^{h}45	P 42	St. T 10		—
—	—	P 43	St. T 11		—
11 nov.	8^h	P 44	St. T 12		—
—	12^{h}15-12^{h}30	P 44bis	St. T 13		—
—	—	P 45	St. T 14	Sur câble de drague	120^m-0
—	—	P 46	—		80^m-0
—	—	P 47	—		40^m-0
—	—	P 48	—		En surface
12 nov.	7^h	P 49	St. T 15		—
—	7^{h}30-7^{h}50	P 50	St. T 16		—
—	7^{h}50-8^{h}10	P 51	—	Sur câble de drague	—
—	—	P 52	—		20^m-0
—	—	P 53	—		30^m-0
—	—	P 54	—		50^m-0
—	10^h	P 55	St. T 17		En surface
13 nov.	11 30	P 56	Entrée de Tunis		Fond-0. — (Crevettes)
27 nov.	9 50	P 57	Sortie de Bizerte		Surface de l'appont^t à la digue
—	11 20	P 58	St. T 19	Sur câble de drague	En surface
—	—	P 59	—		20^m-0
—	—	P 60	—		35^m-0
—	—	P 61	—		50^m-0
—	15^h-15^{h}10	P 62	37° 17',5	10°	En surface
28 nov.	9^h-9^{h}30	P 63	St. T 21	Sur câble de drague	—
—	—	P 64	—		40^m-0
—	—	P 65	—		80^m-0 } larves de Poissons.
—	—	P 66	—		120^m-0 }
—	—	P 67	—		160^m-0
—	12^h	P 68	St. T 22		Pêche verticale 30^m-0
—	—	P 69	—		Pêche verticale 80^m-0
—	13^{h}40	P 70	St. T 23		En surface
—	14 20	P 71	St. T 24		—
—	15	P 72	St. T 25		Pêche verticale 70^m-0
—	—	P 73	—		En surface
—	—	P 74	—	Sur câble de drague	15^m-0
—	—	P 75	—		30^m-0

DATE	HEURE	N°	LIEU		OBSERVATIONS
			LATITUDE	LONGITUDE (Greenwich)	
1920					
28 nov.	15^{h}	P 76	St. T 25	Sur câble de la drague	45^{m}-0
—	—	P 77	—		60^{m}-0
—	16^{h}	P 78	St. T 26		En surface
—	—	P 79	—		15^{m}-0
—	—	P 80	—		30^{m}-0
—	—	P 81	—		45^{m}-0
—	—	P 82	—		60^{m}-0
29 nov.	7^{h} 50	P 83	St. T 27		Pêche verticale 50^{m}-0
—	8^{h} 30-9^{h}	P 84	—	Sur câble de la drague	En surface
—	—	P 85	—		5^{m}-0
—	—	P 86	—		40^{m}-0
—	—	P 87	—		80^{m}-0
—	—	P 88	—		120^{m}-0
—	14^{h}	P 89	St. T 28		Pêche verticale 50^{m}-0
—	—	P 90	—	sur sondeur	Pêche verticale 200^{m}-0 crustacé pris par sondeur Léger
—	14^{h} 55	P 91	—		En surface
—	—	P 92	—	sur drague	40^{m}-0
—	—	P 93	—	Sur câble de drague	80^{m}-0
—	—	P 94	—		150^{m}-0 2 larves de Poissons
—	—	P 95	—		200^{m}-0
30 nov.	8^{h} 35-9^{h} 05	P 96^{1}	St. T 29		En surface
—	—	P 96^{2}	—	Sur câble de la drague	—
—	—	P 97^{1}	—		15^{m}-0
—	—	P 97^{2}	—		—
—	—	P 98^{1}	—		45^{m}-0
—	—	P 98^{2}	—		—
—	—	P 99	—		60^{m}-0
—	9^{h} 45-10^{h}	P 100	—		En surface
—	15^{h} 20 15^{h} 40	P 101	St. T 30	Sur drague	—
—	—	P 102	—		15^{m}-0
—	—	P 103	—		30^{m}-0
9 déc.	18^{h} 10-18^{h} 20	P 104	37° 24' N.	9° 52' E.	En surface
—	18^{h} 30-19^{h}	P 105	37° 26',5	9° 49',5	—
10 déc.	19^{h}	P 106	39° 58',5	7° 57' E.	—
11 déc.	7	P 107	41° 12'	6° 57',5	—

Prises de températures et d'échantillons d'eau en surface.

DATE	HEURE	Échon	TEMPÉRATURE		LIEU	
			AIR	EAU	LATITUDE	LONGITUDE (Greenwich)
1920			t	T		
15 octob.	0h	B 1		15° 50	47° 58' N.	5° 10' W.
—	4	B 2		14 90	47° 37'	5° 29'
—	7	B 3		15	47° 22'	5° 42'
—	9 30	B 4		14 20	47° 09'	5° 54'
—	12	B 5		16	46° 56'	6° 05'
—	16	B 6		16 10	46° 37'	6° 23'
—	18 30	B 7		16 10	46° 23'	6° 35'
16 octob.	0	B 8		18	45° 55'	6° 59'
—	2 30	B 9		16	45° 42'	7° 10'
—	12 20	B 10		16 20	44° 50'	7° 55'
—	16	B 11		16 20	44° 35'	8° 08'
—	19 45	B 12		16 50	44° 18'	8° 23'
17 octob.	6 20	B 13		14 75	43° 50'	8° 47'
—	10	B 14		15 75	43° 34'	9° 01'
—	11	B 15		16	43° 29'	9° 05'
—	13	B 16		16 20	43° 20'	9° 14'
—	15	B 17		16	43° 08'	9° 20'
—	17	B 18		15 80	42° 56',5	9° 25'
—	19	B 19		16	42° 43',5	9° 27'
—	23 50	B 20		16 50	42° 09'	9° 32',5
18 octob.	4	B 21	16° 25	16 80	41° 43'	9° 39'
—	8	B 22		17 25	41° 17'	9° 39'
—	9 15	B 23	16 25	17 25	41° 07'	9° 39'
—	10 15	B 24	17	17 50	41° 01'	9° 39'
—	11 15	B 25	17 50	17 60	40° 54'	9° 39'
—	12 15	B 26	17 75	17 70	40° 47'	9° 39'
—	13 15	B 27	17 70	17 50	40° 40'	9° 39'
—	14 15	B 28	17 50	17 50	40° 33'	9° 39'
—	15 30	B 29		17	40° 25'	9° 39'
—	17 15	B 30	18 25	17 50	40° 14'	9° 39'
—	18 15	B 31	17 60	17 50	40° 08'	9° 39'
—	19 15	B 32		17 25	40° 01'	9° 39'
—	21	B 33		17 60	39° 43'	9° 40'
—	22	B 34	17	17 50	39° 35'	9° 41'
—	23	B 35		17 50	39° 28'	9° 42'
19 octob.	0	B 36		17	39° 21'	9° 43'
—	4	B 37		16 50	38° 53'	9° 42'

DATE	HEURE	Échon	TEMPÉRATURE		LIEU	
			AIR	EAU	LATITUDE	LONGITUDE (Greenwich)
1920			t	T		
19 octob.	8h	B 38		16°20	38° 28' N.	9° 36' W.
—	9	B 39	16°75	17 25	38° 21'	9° 33'
—	10	B 40	17 10	17 25	38° 13',5	9° 30'
—	11	B 41	19	18 10	38° 06'	9° 27'
—	12	B 42	18 50	19	37° 59'	9° 25'
—	13	B 43	18 75	19 75	37° 51'	9° 22'
—	14	B 44	20 25	20	37° 44'	9° 19'
—	15	B 45	19	20 15	37° 37'	9° 17'
—	16	B 46	18 50	19	37° 29'	9° 14'
—	17	B 47	18 60	19 75	37° 22'	9° 12'
—	18	B 48	18 80	20	37° 14'	9° 09'
—	19	B 49	18	18 50	37° 05',5	9° 05'
—	20	B 50	19 10	18 50	36° 59',5	9° 01'
—	21	B 51	18 50	17	36° 56'	8° 54'
20 octob.	0	B 52		19	36° 48'	8° 28'
—	8	B 53	18	19	36° 22'	7° 18'
—	9	B 54	18 60	19 75	36° 19'	7° 09'
—	10 15	B 55	19	20 25	36° 15'	6° 58'
—	11 10	B 56	19 50	20 10	36° 11'	6° 50'
—	12 05	B 57	19 20	20 25	36° 08'	6° 42'
—	13	B 58	19 40	20 25	36° 05'	6° 34'
—	14	B 59	19	20 25	36° 02'	6° 26'
—	15	B 60	19 40	20 60	35° 59'	6° 18'
—	16 15	B 61	19 60	20 30	35° 55'	6° 07'
—	17 10	B 62	19 75	20 45	35° 51'	6° 02'
—	18 10	B 63	19 50	19 50	35° 53'	5° 58'
—	19	B 64	17 80	19 30	35° 55'	5° 50'
—	20	B 65	19	19 25	35° 56',5	5° 41',5
—	21 15	B 66	19	18 75	35° 59'	5° 27',5
—	22 15	B 67	19	18 80	35° 58'	5° 18'
21 octob.	4	B 68		20 20	35° 54'	4° 22'
—	8	B 69	20 50	21 10	35° 50'	3° 43'
—	9 15	B 70	21 75	20 75	35° 48'	3° 29'
—	10 10	B 71	21 25	20 35	35° 47'	3° 18'
—	11 10	B 72	20 75	19 50	35° 46'	3° 07'
—	12 10	B 73	20 10	18	35° 48'	2° 56'
—	13	B 74	20 25	17 25	35° 48'	2° 46'
—	14	B 75	21	18	35° 48'	2° 36'
—	15	B 76	20	19 50	35° 48',5	2° 27'
—	16	B 77	19 60	18 60	35° 49'	2° 17'

DATE	HEURE	Échon	TEMPÉRATURE		LIEU	
			AIR	EAU	LATITUDE	LONGITUDE (Greenwich)
1920			t	T		
21 octob.	17^{h}	B 78	21°25	18°50	35° 49'.5 N.	2° 08' W.
—	18	B 79	20 25	19	35° 50'	1° 58'
—	19	B 80	20 50	18 50	35° 50',5	1° 49'
—	20	B 81	21 50	21 25	35° 51'	1° 40'
—	21 30	B 82	21 25	19 25	35° 51'	1° 28'
—	22 30	B 83	20 75	19 50	35° 49'	1° 18'
—	23 30	B 84	20 50	19 50	35° 49'	1° 06'
22 octob.	7 30	B 85	20 25	20 50	Rade de Mers.-el-Kébir	
27 octob.	11	B 85bis	19 25	20 75	35° 47' N.	0° 36',5 W.
—	12	B 86	19	20 25	35° 52'	0° 34'
—	13	B 87	17 75	19 60	35° 57'	0° 26'
—	14	B 88	18 25	19 60	35° 59'	0° 21'
—	15 30	B 89	18 50	19 25	36° 03'	0° 12'
—	17	B 90	17 25	19 50	36° 08'	0° 00'
—	18	B 91	17 75	19 50	36° 12'	0° 08' E.
—	19	B 92	17 25	18 80	36° 15',5	0° 17' E.
—	20	B 93	18 50	20	36° 19'	0° 25' E.
28 octob.	0	B 94		19 10	36° 36'	1° 02'
—	4	B 95		18 25	36° 41'	1° 32'
—	8	B 96	17 75	19 25	36° 47'	2° 13'
—	9	B 97	18 25	19 75	36° 49'	2° 23'
—	10	B 98	19 25	19 75	36° 50'	2° 33'
—	11	B 99	19 15	19 50	36° 52'	2° 43'
—	12	B 100	18 75	20	36° 54',5	2° 54'
—	13	B 101	19 25	20 15	36° 56',5	3° 03'
—	14	B 102	19	20 10	36° 57'	3° 11'
—	15	B 103	19 10	19 75	36° 57'	3° 22',5
—	16	B 104	19	19 80	36° 57',5	3° 29'
—	17	B 105	18 75	20	36° 58'	3° 41'
—	18	B 106	18 75	18 50	36° 59'	3° 52'
—	19	B 107	18 25	19 50	37°	3° 59'
—	20	B 108	19	18 75	37° 01',5	4° 09'
—	21	B 109	18 50	19	37° 02',5	4° 18'
—	22	B 110	18 50	18 75	37° 04'	4° 27'
—	23	B 111	18 50	19	37° 05',5	4° 36'
29 octob.	4	B 112		19 90	37° 08'	5° 20'
—	5	B 113		18 50	37° 08'	5° 28',5
—	7	B 114	18 90	20 90	37° 08'	5° 48'
—	8	B 115	19	20 50	37° 08',5	5° 58',5
—	9	B 116	19 50	20 50	37° 08',5	6° 08'

DATE	HEURE	Échon	TEMPÉRATURE		LIEU	
			AIR	EAU	LATITUDE	LONGITUDE (Greenwich)
1920			t	T		
29 octob.	10h	B 117	19° 50	21° 10	57° 10' N.	6° 15' E.
—	11	B 118	20 25	21 10	37° 11'	6° 27'
—	12	B 119	19 75	21 25	37° 10',5	6° 37',5
—	13	B 120	19 90	21 50	37° 10'	6° 48'
—	14	B 121	20	21 75	37° 10'	6° 57',5
—	15	B 122	19 75	21 10	37° 11'	7° 09'
—	16	B 123	19 75	21	37° 11',5	7° 20'
—	17	B 124	19 75	21 10	37° 12'	7° 29'
—	18	B 125	19 75	20 80	37° 13'	7° 38'
—	19	B 126	19 75	21	37° 13'	7° 48',5
—	20	B 127	20	20 75	37° 12'	7° 57'
—	21	B 128	20 25	21	37° 13'	8° 06'
30 octob.	1	B 129		20	37° 15'	8° 42'
—	4	B 130		21	37° 21'	9° 08'
—	7	B 131	20 25	20 50	37° 24',5	9° 35'
—	8	B 132	20	21	37° 24',5	9° 48'
—	9	B 133	19 50	21	37° 20',5	9° 57'
—	10	B 134	20 90	21 25	37° 16',5	10° 05'
—	11	B 135	21 50	21 25	37° 13',5	10° 13',5
—	12	B 136	22	21 25	37° 07'	10° 19'
—	14	B 137	22 75	21 25	36° 53',5	10° 23'
7 novemb.	9 50	B 138	19 30	18 30	Sortie de Tunis	Canal. Bouée n° 1
—	9 53	B 139	19 30	16 60	—	Bouée n° 3
—	9 56	B 140	19 30	16 75	—	— 4
—	10 01	B 141	19 30	17	—	— 5
—	10 04	B 142	19 40	17	—	— 6
—	10 07	B 143	19 50	17 25	—	— 7
—	10 11	B 144	20 25	17 50	—	— 8
—	10 15	B 145	20 35	18 50	—	— 9
—	10 20	B 146	20 75	19	—	— 10
—	10 25	B 147	20 80	19 30	—	— 11
—	10 27	B 148	20 80	19 30	—	— 13
—	10 29	B 149	20 40	19 50	La Goulette	— 15
—	10 31	B 150	20 30	19 50	—	— 16
—	10 41	B 151	19 80	19 75	Canal	— 18
—	10 44	B 152	19 80	19 75	Sortie entre les 2 phares	
—	10 54	B 153	20 60	19 50	36° 48' N.	10° 19',5
—	11	B 154	20 75	20	36° 48',5	10° 21'
—	11 30	B 155	21 50	20 75	36° 50'	10° 24',5
—	12 30	B 156	22 50	21	36° 53'	10° 31',5

DATE	ST.	Échon	PROFONDEUR en MÈTRES	TEMPÉRATURE		THERMOMÈTRE
				T	t	
1920						
7 novemb.	T 1	B 157	55	20°60	21°50	Richter
—	T 1	B 158	40	20 80	21	—
—	T 1	B 159	30	20 80	21	—
—	T 1	B 160	20	20 80	21	—
—	T 1	B 161	10	20 90	21	—
—	T 1	B 162	Surface	20 75		Centigrade
8 novemb.	T 2	B 163	240	13 90	17 75	Richter 290
—	T 2	B 164	150	14	17 75	—
—	T 2	B 165	100	14 90	17 75	Richter 291
—	T 2	B 166	50	16 60	18 75	—
—	T 2	B 167	20	19 30	19	—
—	T 2	B 168	Surface	19 20		Centigrade
—	T 3	B 169	Surface	19 80		—
—	T 4	B 170	60	19 80	20	Richter 291
—	T 4	B 171	40	20	20 25	—
—	T 4	B 172	20	20 25	20 25	—
—	T 4	B 173	10	20 20	20 25	—
—	T 4	B 174	Surface	20		Centigrade
—	T 5	B 175	60	19 80	20	Richter 291
—	T 5	B 176	40	20 20	20 25	—
—	T 5	B 177	20	20 30	20 25	—
—	T 5	B 178	10	20 30	20 30	—
—	T 5	B 179	Surface	20 25		Centigrade
9 novemb.	T 8	B 180	60	20 60	21 50	Richter 290
—	T 8	B 181	40	20 60	21 75	—
—	T 8	B 182	30	20 60	21 75	Richter 291
—	T 8	B 183	20	20 50	21 50	—
—	T 8	B 184	10	20 50	21	—
—	T 8	B 185	Surface	20 50		Centigrade
10 novemb.	T 10	B 186	30	20 35	20 20	Richter 291
—	T 10	B 187	20	20 45	20 20	—
—	T 10	B 187$^{\text{bis}}$	20	20 45	20 20	—
—	T 10	B 188	10	20 65	20 20	—
—	T 10	B 189	Surface	20 50		Centigrade
11 novemb.	T 13	B 190	Surface	20		—
—	T 13	B 191	10	20 10	20	Richter 291
—	T 13	B 192	20	20 10	20	—
—	T 13	B 193	30	20 10	20	—
—	T 13	B 194	50	19 85	20	—

DATE	ST.	Échon	PROFONDEUR en MÈTRES	TEMPÉRATURE		THERMOMÈTRE
				T	t	
1920						
11 novemb.	T 13	B 195	100	18° 50	19	Richter 290
—	T 13	B 196	110	19	19	—
—	T 13	B 196bis	125	15 80	19	—
—	T 13	B 197	110	19 80(!)	21	—
12 novemb.	T 15	B 198	Surface	19 95		Centigrade
—	T 15	B 199	5	20 10	20	Richter 291
—	T 15	B 200	10	20 10	20	—
—	T 15	B 201	15	20	20	—
—	T 15	B 202	20	20	20	—
—	T 15	B 203	25	20	20	—
27 novemb.	T 19	B 204	Surface	18 40		Centigrade
—	T 19	B 205	10	18 60	19	Richter 290
—	T 19	B 206	20	18 60	19	—
—	T 19	B 207	30	18 60	19	—
—	T 19	B 208	35	18 50	18 30	Richter 291
—	T 19	B 209	45	18 30	18 30	—
28 novemb.	T 20	B 210	Surface	19		Centigrade
—	T 20	B 211	10	19 20	19	Richter 290
—	T 20	B 212	30	19 20	19	—
—	T 20	B 213	60	19 20	19	—
—	T 20	B 214	100	18 70	17 50	Richter 291
—	T 20	B 215	125	19	17 60	—
—	T 20	B 216	150	15 40	17 10	—
—	T 20	B 216bis	150	14 45	17 20	Centigrade
—	T 21	B 217	Surface	17 95		Richter 290
—	T 21	B 218	10	18 10	18 50	—
—	T 21	B 219	15	18 10	18 80	—
—	T 21	B 220	30	18 25	18 50	—
—	T 21	B 221	45	17 60	19	—
—	T 21	B 222	60	16 90	18	—
—	T 21	B 223	100	15 20	17 50	—
—	T 21	B 224	130	14 95	18	Richter 291
—	T 21	B 225	165	14 90	17 50	—
—	T 22	B 226	Surface	18 75		Centigrade
—	T 22	B 227	10	18 95	20	Richter 290
—	T 22	B 228	30	18 95	19 50	—
—	T 22	B 229	60	18 80	19 50	—
—	T 22	B 230	85	17 40	19 50	—
—	T 23	B 231	Surface	19		Centigrade

DATE	ST.	Échon	PROFONDEUR en MÈTRES	TEMPÉRATURE		THERMOMÈTRE
				T	t	
1920						
28 novemb.	T 23	B 232	10	19°25	21°	Richter 290
—	T 24	B 233	Surface	18 75		Centigrade
—	T 24	B 234	10	19 10	20	Richter 290
—	T 26	B 235	Surface	19		Centigrade
—	T 26	B 236	10	19 40	19 50	Richter 290
—	T 26	B 237	30	19 50	19 30	—
—	T 26	B 238	50	19 50	19 50	—
—	T 26	B 239	70	19 60	19 50	Richter 291
29 novemb.	T 27	B 240	Surface	18 10		Centigrade
—	T 27	B 241	10	18 30	18 50	Richter 290
—	T 27	B 242	30	18 30	18 50	—
—	T 27	B 243	60	16	17 50	—
—	T 27	B 244	100	15 50	17 50	—
—	T 27	B 245	125	15 40	17	Richter 291
—	T 28	B 246	Surface	19		Centigrade
—	T 28	B 247	10	19 10	19 50	Richter 290
—	T 28	B 248	30	19 10	19 20	—
—	T 28	B 249	60	19 10	19 20	—
—	T 28	B 250	80	19 15	20	N. Z. 29436
—	T 28	B 251	100	19 10	19	Richter 290
—	T 28	B 252	125	19	18 50	Richter 291
—	T 28	B 253	130	15 75	19	N. Z. 29436
—	T 28	B 254	140	14 90	18 50	Richter 291
—	T 28	B 255	160	14 90	17	—
30 novemb.	T 29	B 256	Surface	20 90		Centigrade
—	T 29	B 257	10	20 95	20	N. Z. 29436
—	T 29	B 258	30	20 90	20	—
—	T 29	B 259	57	20 75	20	—
—	T 30	B 260	Surface	20		Centigrade
—	T 30	B 261	10	20 40	21	N. Z. 29436
—	T 30	B 262	20	20 40	20	—
—	T 30	B 263	30	20 40	20	—

BIZERTE A MARSEILLE

DATE	HEURE	Échon	TEMPÉRATURE		LIEU	
			AIR	EAU	LATITUDE	LONGITUDE (Greenwich)
1920			t	T		
9 décemb.	16h30	B 264	16° 30	16°	Sortie du Port de Bizerte	
—	17 30	B 265		16 60	37° 21' N.	9° 54' E.
—	18 30	B 266		16 75	37° 36',5	9° 49',5
—	19 30	B 267	14 25	17	37° 32'	9° 45'
—	20 30	B 268	14 15	16 50	37° 57'	9° 40'
10 décemb.	0	B 269		17	37° 54'	9° 22'
—	4	B 270		16 50	38° 16'	8° 58'
—	8	B 271	16 25	16	38° 39'	8° 31'
—	9 30	B 272	16 20	15 80	38° 47',5	8° 23'
—	11	B 273	18	16 50	38° 55',5	8° 15'
—	12	B 274	19	16 25	39° 00',5	8° 08'
—	13	B 275	19 75	16 25	39° 09'	8° 06',5
—	14	B 276	24 50	16 30	39° 15'	8° 05'
—	15	B 277	22 25	16 60	39° 23',5	8° 03',5
—	16	B 278	19	16 30	39° 32'	8° 01'
—	17	B 279	16 75	16 25	39° 40',5	8°
—	19	B 280	15 25	15 95	39° 58',5	7° 57'
—	20	B 281	15 75	15 50	40° 07'	7° 55'
11 décemb.	0	B 282		16 50	40° 30'	7° 41'
—	4	B 283		15 50	40° 55'	7° 14'
—	7	B 284	15	15	41° 12'	6° 57',5
—	8	B 285	13 75	15	41° 18'	6° 52'
—	9	B 286		15	41° 24'	6° 45',5
—	11	B 287	11	14 50	41° 36'	6° 32',5
—	12	B 288	13	14 75	41° 42'	6° 26'
—	13	B 289	14	14 75	41° 47',5	6° 20',5
—	14	B 290	13	14 50	41° 53'	6° 15'
—	15	B 291	13 25	14	41° 58',5	6° 09',5
—	16	B 292	13	13	42° 04'	6° 04'
—	17	B 293	13 50	13 25	42° 09'	5° 58'
—	18	B 294		13	42° 14'	5° 52'
—	19	B 295	12 25	12 75	42° 19'	5° 46'
—	20	B 296	12	12 75	42° 25'	5° 40'
12 décemb.	0	B 297		13 80	42° 46'	5° 20'
—	6	B 298	5	13 70	Mouillage à l'entrée de Marseille	
—	8 30	B 299	4	13	Entre les 2 phares du Port	

ÉTUDE DES FONDS

ST.	LIEU	PROF.	NATURE DU FOND	CARACTÉRISTIQUE	OBSERVATIONS
T_1	L : 36° 57'5 N. G : 10° 19' E.	60^{m}	Vase plastique F_1	Annélides	Peu de Poisson
T_2	L : 37° 24' G : 10° 58'	280^{m}	Vase F_2		
T_3	L : 37° 06' G : 10° 54'	110^{m}	Vase et graviers		
T_4	L : 37° 09',1 G : 10° 51',5	70^{m}	Vase et graviers F_3	Ascidies	
T_5	L : 37° 08' G : 11° 04',2	70^{m}	Sable F_4	Éponges	Bon fond p. chalut
T_6	L : 37° 06',5 G : 10° 48',1/6	15^{m}	Sable et Roches		**Bon fond pour lignes et tramails**
T_7	v. carte n° 3	60^{m}	Sab. vaseux	Éponges	Bon p. le chalut
T_8	L : 36° 54',3/4 G : 11° 14'	65^{m}	Sab. graviers F_5		
T_9	v. carte n° 3	90^{m}	Sable	Éponges	Bon p. le Chalut
T_{10}	Zembra	15^{m}	V. T_6		
T_{11}	v. carte n° 3	70^{m}	Sable	Éponges	Très bon p. chalut
T_{12}	Zembra	15^{m}	Sable et roches		**Bon fond pour lignes et tramails**
T_{13}	L : 37° 07',3/4 G : 11° 06' E.	126^{m}	Sab. vas. coq. br. F_7		Chalutable
T_{14}	v. carte n° 3	120^{m}	Sable	Crinoïdes, crevettes	Chalutable
T_{15}	L : 37° 05',1 G : 11° 01',5	17^{m}	Sable et Zostères		Lignes à main
T_{16}	v. carte n° 3	45^{m}	Sable et graviers	Éponges et coraux	
T_{17}	—	50^{m}	Sable	Éponges	T. bon fond chalutable
T_{18}	Zembra	15^{m}	Sable et roches		**Bon fond pour lignes et tramails**
T_{19}	L : 37° 17',2/3 G : 9° 56',2/3	50^{m}	Sable vaseux F_8		
T_{19}	L : 37° 18',1/12 G : 9° 58',1/6	50^{m}	Roches	Bryozoaires, coraux et éponges.	**Très poissonneux, Palangres, Lignes, Tramails.**
T_{19}	L : 37° 17',5 G : 10°	—	—	Coraux et éponges	—
T_{20}	L : 37° 13' N. G : 10° 39',5	155^{m}	Vase F_9		
T_{21}	L : 36° 20' G : 11° 23'	170^{m}	Sab. vaseux F_{10}	Crinoïdes, Cidaris	

ST.	LIEU	PROF.	NATURE DU FOND	CARACTÉRISTIQUE	OBSERVATIONS
T 22	L : 36° 15' G : 11° 08'5	90^{m}	Sab. vaseux F_{11}		
T 23	L : 36° 19' G : 11° 02'	86^{m}	Vase F_{12}		
T 24	L : 36° 16' G : 11° 02'	80^{m}	Sab. vaseux F_{13}		
T 25	L : 36° 13' G : 11° 02'	70^{m}	Sab. vaseux F_{14}		
T 26	L : 36° 08' G : 11° 02'	70^{m}	Vase F_{15}	Hydraires et Bryozoaires	
T 27	L : 35° 36' G : 12° 30'	125^{m}	Sable F_{16}		
T 28	L : 35° 27' G : 12° 59'	200^{m}	Sable $\left\{\begin{matrix}F_{17}\\F_{18}\end{matrix}\right.$	Fond caractérisé par 2 éponges et leur substratum.	
T 29	L : 34° 16' G : 11° 40'	60^{m}	Sab. vaseux F_{19}	Hydraires, Bryozoaires, Éponges.	
T 30	L : 34° 03' G : 11° 09'	32^{m}	Sab. coq. F_{20}	Herbiers	Chalutables Traits courts

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

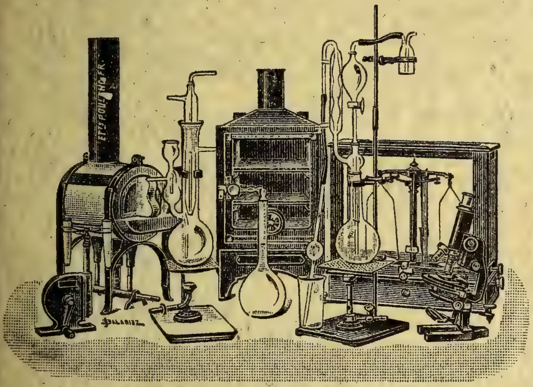
LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS
Siège Social : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR ANALYSES | **PRODUITS CHIMIQUES** INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE


ETS POULENC FR.

ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE — VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S. A S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

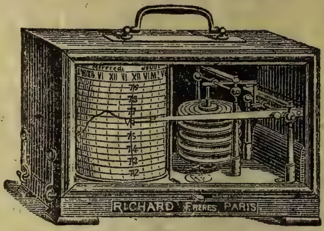
Reproduction de toutes planches artistiques, tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

VII, 1920

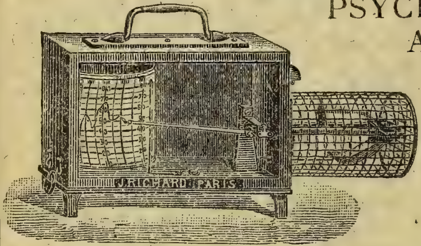
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

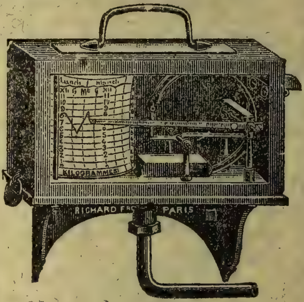

RICHARD FRÈRES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

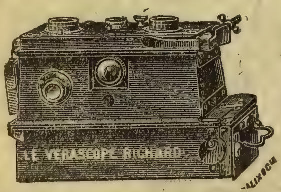
Thermomètre enregistreur

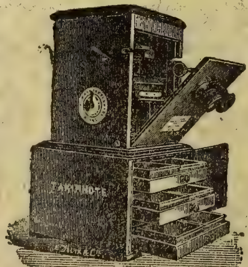
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)

SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 390. 30 Mai 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

Manuel Pratique de l'analyse de l'eau de mer.

II. Dosage de l'oxygène dans l'eau de mer par la méthode de Winkler.

par
le Dr J. P. JACOBSEN
de Copenhague

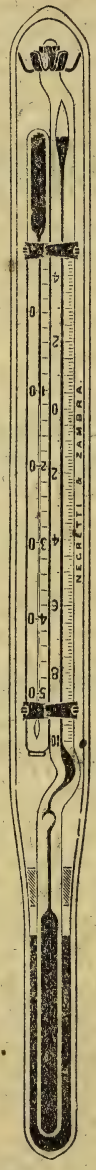
AVEC UNE PRÉFACE DU

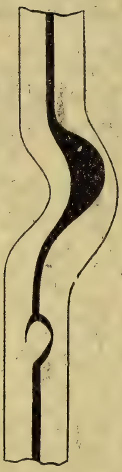
Dr Martin KNUDSEN
Professeur à l'Université de Copenhague
Directeur du Laboratoire Hydrographique

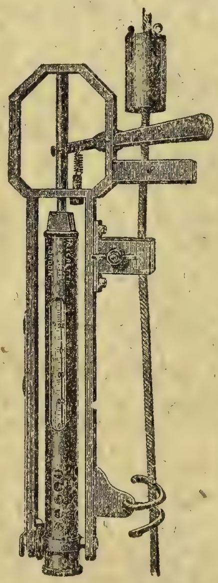
Smithsonian Institution
JUL 16 1921
252845
National Museum

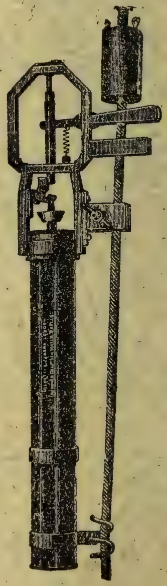
MONACO

THERMOMÈTRES
A RENVERSEMENT


NEGRETTI & ZAMBRA







NEGRETTI & ZAMBRA

38, Holborn Viaduct, E. C. I.

LONDON

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 390. — 30 Mai 1921.

Manuel Pratique de l'analyse de l'eau de mer.

II. Dosage de l'oxygène dans l'eau de mer par la méthode de Winkler.

par
le Dr **J. P. JACOBSEN**
de Copenhague

AVEC UNE PRÉFACE DU

Dr **Martin KNUDSEN**
Professeur à l'Université de Copenhague
Directeur du Laboratoire Hydrographique

PRÉFACE

Quand on a commencé de faire des recherches sur les qualités différentes de l'eau de mer puisée à différentes profondeurs on s'est intéressé aussi à la quantité des gaz dissous. On est quelquefois tenté de croire que l'eau des grandes profondeurs doit être sursaturée de gaz à cause de la pression élevée qui y règne. Il n'en est rien comme l'a démontré M. Jules Richard[1]. On trouve au contraire que la quantité d'azote dissous est à peu près indépendante de la profondeur. On peut se demander quelles sont les quantités des gaz atmosphériques dissous dans l'eau de mer, si ces gaz dissous doivent être en équilibre avec l'atmosphère elle-même. La considération suivante va sans doute nous donner la réponse : imaginons un tube vertical ouvert en haut, fermé en bas, plein d'air et enfoncé dans la mer. Supposons que les parois de ce tube sont perméables à l'air mais non à l'eau. On aura dans le tube à des profondeurs diverses une pression atmosphérique augmentant avec la profondeur, suivant la même loi exponentielle établie pour l'atmosphère ordinaire, et si l'eau de mer était saturée à ces pressions nous aurions l'état d'équilibre, état qui se produirait si l'eau de mer était immobile. Cette dernière condition n'est pas remplie, car le mouvement de l'eau des couches superficielles vers les profondeurs est rapide en comparaison du mouvement de diffusion des gaz à travers les couches d'eau. Aussi trouve-t-on d'habitude que la quantité d'azote dissous est presque la même que si l'eau avait été saturée à la surface sous la pression ordinaire et à la température de la profondeur considérée.

---

[1] M. Jules Richard : Sur un appareil destiné à démontrer que la quantité des gaz dissous dans les grandes profondeurs de la mer est indépendante de la pression. Comptes rendus Acad. Sc., 14 décembre 1896.

Pour l'oxygène le cas est tout différent ; en effet il peut être produit dans l'eau même par les végétaux vivants ; il peut être consommé par les organismes vivants ou morts. Les quantités d'oxygène dissous peuvent donc différer beaucoup de celles de la saturation et c'est pourquoi leur dosage est utilisé. Il donne des indications sur l'abondance de la vie végétale actuelle ou récente dans l'eau et sur les conditions de stagnation plus ou moins grande de l'eau des profondeurs.

Il convient d'employer dans ce but une méthode suffisamment exacte et rapide. On a trouvé que celle de Winkler doit avoir la préférence.

Les résultats des dosages d'oxygène étant très utiles je crois que la pratique de ces déterminations se développera considérablement à l'avenir et je suis certain que beaucoup de ceux que cette question intéresse seront heureux d'avoir un manuel pratique et exact sur l'emploi de la méthode de Winkler pour le dosage de l'oxygène dans l'eau de mer.

Martin Knudsen.

INTRODUCTION

Dans les recherches océanographiques exécutées pendant les vingt dernières années, la méthode de Winkler (1901) pour la détermination de l'oxygène dissous dans l'eau de mer, est celle que l'on emploie le plus souvent à cause de sa facilité, de la possibilité de conserver longtemps les échantillons et à cause de l'exécution rapide des analyses.

Cette méthode a su tenir sa place à côté de tant d'autres (p. ex. Pettersson 1894, Knudsen 1899, Ruppin 1903, Fox 1905, Krogh 1908 etc.) où il s'agit de recherches systématiques ; aussi a-t-elle été employée par différents savants, qui ont discuté son utilité et qui ont donné les instructions pour son emploi (p. ex. Bjerrum 1904, Ruppin 1903, Jacobsen 1905, Palitzsch 1912, Gaarder 1915 etc.)

Le but de la présente description de la méthode de Winkler est de donner une instruction assez détaillée pour être employée par un chimiste peu expert. L'emploi plus fréquent de la méthode attirera aussi l'attention des biologistes et d'autres personnes s'intéressant à la flore et à la faune marines et à l'influence que le contenu en oxygène de l'eau de mer exerce sur elles.

Sans doute on peut varier la méthode de différentes manières, mais on lui donne en principe une forme bien fixe. Aussi sur la demande de Knudsen, N. Bjerrum (1904) a-t-il élaboré une telle forme de la méthode, et, en même temps, il a fait une recherche sur l'exactitude de celle-ci et sur les conditions qui peuvent influer sur la sûreté de la méthode.

A l'égard des différentes questions qu'on peut poser je me contenterai de renvoyer au traité de Bjerrum (1904) en ajoutant seulement qu'il a été démontré que l'on peut sans dommage garder les échantillons plusieurs semaines, entre l'addition des réactifs et l'exécution des dosages.

Après avoir déterminé la quantité d'oxygène d'un échantillon d'eau de mer et calculé p. ex. l'oxygène en cmc. par litre, on désirera ordinairement évaluer le degré de saturation c. à. d. la proportion entre la quantité d'oxygène *qui se trouve dans l'eau de mer et la quantité qui pourrait s'y trouver si l'eau était saturée d'oxygène.* Il y a plusieurs tableaux qui servent à cela, mais si l'on veut employer la méthode décrite ici on doit aussi employer un tableau établi sur des déterminations faites d'après la même méthode. Le tableau ci-dessous (page 5) a été établi ainsi par l'auteur de ces lignes en faisant usage de ses déterminations expérimentales (Jacobsen 1905). Il montre une petite différence (environ 2 °/₀) avec les valeurs (trouvées ailleurs) pour la quantité nécessaire de la saturation, différence qu'il faut supposer être causée par la méthode elle-même (oxygène dissous dans les réactifs etc.), mais si l'on emploi le tableau avec les déterminations exécutées d'après la méthode citée, on déterminera sans aucun doute le degré de la saturation sans fautes systématiques, en tout cas si l'oxygène de l'échantillon se trouve près de la quantité nécessaire pour la saturation, ou si la quantité d'oxygène dissous est faible.

La description détaillée du procédé qu'il faut suivre pour la récolte des échantillons et pour l'exécution des analyses a déjà été écrite par l'auteur comme manuel manuscrit. Cette instruction était toujours jointe aux appareils livrés par le laboratoire hydrographique de Copenhague. L'instruction a été faite pour une instrumentation bien déterminée. Quoique les appareils, dont on pourra se servir puissent avoir des formes différentes, je pense que l'on peut essentiellement se servir du présent manuel. J'ajoute que j'ai gardé la forme originale du manuel pour conserver la précision de la description en la liant à une instrumentation spéciale. En dehors de la bouteille à eau pour la prise des échantillons d'eau de mer il faut avoir encore les appareils et les ustensiles divers dont la liste suit :

Une boîte contenant des flacons à échantillon avec bocaux-isolateurs pour conservation des échantillons d'eau de mer.
Pipettes à 1 ccm., p. ex. 10 pièces.
Pipettes à 1/2 ccm , p. ex. 10 pièces.
1 verre cylindrique, 25 cm. × 5 cm.
1 appareil avec un tuyau en caoutchouc pour remplissage des flacons.
Solution de 36 g. de soude caustique + 10 g. d'iodure de potassium dans 100 cmc. de solution.
Solution de 40 g. de chlorure de manganèse dans 100 cmc. de solution.
1 burette de 50 cmc.
1 pipette de Knudsen de 15 cmc.
Solution de 20 g. d'iodure de potassium dans 200 cmc. d'eau distillée.
Solution de biiodate de potassium dans l'eau distillée (environ 0,3 g. dans 500 cmc. d'eau), dont la force est exactement connue.
Solution d'environ 8 g. de thiosulfate de soude dans 4 litres d'eau distillée.
Solution de 1 à 2 cmc. d'amidon soluble dans 100 cmc. d'eau distillée.
Environ 200 cmc. d'acide chlorhydrique à 30 %.
1 verre cylindrique de mesure de 250 cmc.
2 pipettes de 2 cmc.
1 pipette de 5 cmc.

Tableau de la quantité d'oxygène, mesurée à température 0° C et à la pression 760^{mm} qui peut être absorbée dans l'air atmosphérique par litre d'eau de mer, la pression atmosphérique (sans vapeur d'eau et sans acide carbonique) étant 760^{mm} de mercure.

T =	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°
Cl = 0	10.06	9.79	9.52	9.27	9.03	8 80	8 58	8.37	8 17	7.98	7.79	7.62	7.46	7.30	7.15	7.01	6.87	6.74	6.62	6.50	6.39	6.28	6 18	6.08	5.99	5.89
1	9.96	68	42	17	8.93	71	49	28	08	90	72	55	38	23	08	6.94	81	68	56	44	33	23	12	03	93	84
2	85	58	32	08	84	62	40	20	00	82	64	47	31	16	01	87	74	62	50	38	27	17	07	5.97	88	79
3	74	48	22	8.98	75	53	31	11	7.92	74	56	40	24	09	6.94	81	68	55	44	32	22	11	01	92	83	74
4	63	37	12	88	65	43	23	03	84	66	49	32	17	02	88	74	61	49	38	26	16	06	5.96	86	77	69
5	53	27	02	78	56	34	14	7.94	76	58	41	25	09	6.95	81	68	55	43	32	21	10	00	90	81	72	63
6	42	16	8.92	69	46	25	05	86	67	50	33	17	02	88	74	61	49	37	25	15	04	5 94	85	76	67	58
7	31	06	82	59	37	16	7.96	77	59	42	26	10	6.95	81	67	54	42	31	19	09	5.99	89	79	70	62	53
8	20	8.96	72	49	28	07	88	69	51	34	18	02	88	74	60	48	36	24	13	03	93	83	74	65	56	48
9	10	85	62	40	18	7·98	79	60	43	26	10	6.95	81	67	54	41	29	18	07	5 97	87	77	68	60	51	43
10	8.99	75	52	30	09	89	70	52	35	18	02	88	73	60	47	35	23	12	01	91	81	72	63	54	46	37
11	88	64	42	20	00	80	61	43	26	10	6.95	80	66	53	40	28	17	06	5.95	85	75	66	57	49	40	32
12	77	54	32	11	7.90	71	52	35	18	02	87	73	59	46	33	21	10	5.99	89	79	70	61	52	43	35	27
13	67	44	22	01	81	62	44	26	10	6.94	79	65	52	39	26	15	04	93	83	73	64	55	46	38	30	22
14	56	33	12	7.91	71	53	35	18	02	86	72	58	44	32	20	08	5.97	87	77	67	58	49	41	33	24	17
15	45	23	02	81	62	44	26	09	6.93	78	64	50	37	25	13	02	91	81	71	62	52	44	35	27	19	11
16	35	13	7.92	72	53	35	17	01	85	70	56	43	30	18	06	5.95	85	75	65	56	47	38	30	22	14	06
17	24	02	82	62	43	25	09	6.92	77	62	49	35	23	11	5.99	89	78	68	59	50	41	32	24	16	09	01
18	13	7 92	72	52	34	16	00	84	69	55	41	28	16	04	93	82	72	62	53	44	35	27	19	11	03	4.96
19	02	81	62	43	25	07	6 91	75	61	47	33	21	08	5 97	86	75	65	56	47	38	29	21	13	06	4 98	91
20	7.92	71	52	33	15	6 98	82	67	52	39	25	13	01	90	79	69	59	50	41	32	24	16	08	00	93	85

En outre, sont nécessaires les objets pour l'installation de l'appareillage pour le titrage : trépied, tuyau en caoutchouc, tubes de verre, matras à réaction etc. (Oxner 1920) et une grande bouteille pour l'eau distillée.

Comme on sait, il se produit dans certaines parties de la mer une réduction telle que non seulement la quantité d'oxygène dissous dans l'eau de mer est consommée mais qu'il se dégage du gaz sulfhydrique. Si on ajoute à l'échantillon une quantité connue de biiodate de potassium, on peut se servir de cette méthode aussi pour la détermination de la quantité du gaz sulfhydrique. (Palitzsch 1912, Gaarder 1915-16).

I. **Récolte et conservation des échantillons**[1]

On utilise, pour la récolte des échantillons, des flacons bouchés à l'émeri (fig. 1). Le volume des flacons d'environ 150 cmc. est déterminé par pesée. Chaque flacon doit être muni de son certificat.

Etant donné que, durant la conservation des échantillons, des variations de température peuvent avoir lieu, chaque flacon est mis à l'abri, comme dans un manchon isolateur, dans un bocal cylindrique fermé à l'aide d'un bouchon en liège (fig. 1). Le flacon contenant l'échantillon d'eau à examiner, ainsi que son bocal-enveloppe, sont *complètement* remplis d'eau. Dans ces conditions, sous l'influence des variations éventuelles de température, seule une infime quantité *de liquide* peut passer du bocal isolateur dans le flacon à échantillon à travers le rodage du bouchon ; ceci n'entraîne aucune erreur appréciable. Au contraire, un échantillon serait rendu inutilisable, si à cause des variations de température l'air atmosphérique pénétrait (par succion) dans le flacon.

Le flacon à échantillon, son bouchon et le bocal-isolateur avec son bouchon portent le même numéro. Pour la récolte et la conservation des échantillons d'eau de mer, destinés aux déterminations de l'oxygène, on se sert des solutions de soude caustique e natrio ($Na\,OH$), 36 g. + iodure de potassium (KI), 10 g. dans 100 cmc. de solution et de chlorure de manganèse ($Mn\,Cl_2$, $4\,H_2\,O$), 40 g. dans 100 cmc. de solution. Il est tout indiqué d'ajouter à la solution de chlorure de manganèse deux centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré[2].

L'addition de ces réactifs à l'eau de mer des échantillons se fait à l'aide de petites pipettes de 1 cmc. et de 1/2 cmc. On utilise pour chaque échantillon 1 cmc. de la solution de $Na\,OH + KI$ et 1/2 cmc. de la solution de $Mn\,Cl_2$.

---

[1] Traduction française, d'après le manuscrit, par le Dr Mieczyslaw Oxner, Assistant au Musée Océanographique de Monaco.

[2] On a aussi employé des solutions de concentration double.

Les pipettes doivent être nettoyées après usage avec de l'acide chlorhydrique et rincées à l'eau distillée ; un verre cylindrique est très commode pour ce nettoyage.

Le transvasement de l'eau de mer de la « bouteille à eau » (celle qui sert pour puiser l'eau aux profondeurs voulues) dans le flacon à échantillon doit être fait de telle manière que l'eau de mer entre *le moins possible en contact avec l'air atmosphérique* [1]. On atteint ce but de la façon suivante : on enlève du flacon à échantillon son bouchon en verre maintenu en place par la pince spéciale ; on enfonce ensuite dans le goulot du flacon le bouchon spécial (fig. 2) en caoutchouc ; ce bouchon est à deux trous ; par l'un des trous du bouchon de caoutchouc on passe un tube de verre dont le bout inférieur

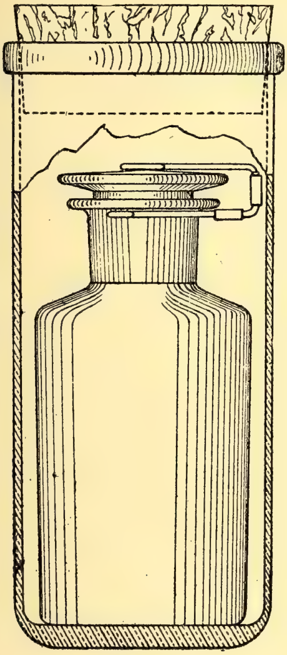


Fig. 1

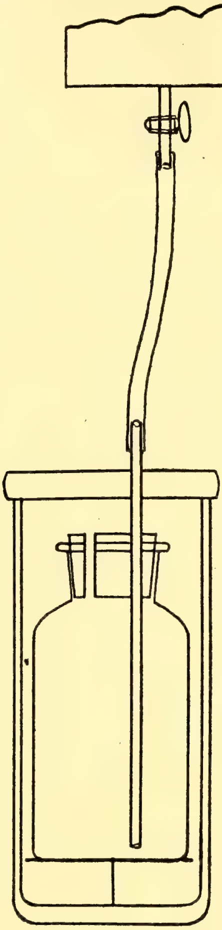


Fig. 2

---

[1] Les bouteilles modernes, comme par exemple la bouteille Richard, portent aux deux extrémités de leur corps deux petits robinets spécialement adaptés pour le transvasement en question (Rem. du traducteur).

doit toucher le fond du flacon. Un tube de caoutchouc fait la communication entre le bout supérieur du tube de verre et le robinet de la bouteille à eau. Sur le fond du bocal-isolateur on met un anneau de métal sur lequel on place le flacon à échantillon. On laisse écouler l'eau de la bouteille dans le flacon qui se remplit. Puis on continue de faire écouler l'eau qui sort par l'autre trou du bouchon en quantité d'environ 150 cmc. qui remplira le bocal-isolateur.

On évitera soigneusement *toute fuite au robinet*; ceci pourrait occasionner un entraînement de bulles d'air dans l'eau de l'échantillon. On veillera aussi à ce qu'il reste, le remplissage du flacon terminé, encore assez d'eau dans la bouteille à eau; on aura ainsi la certitude que l'eau de l'échantillon n'a pas été en contact direct avec l'air atmosphérique.

Le flacon rempli, on enlève doucement le bouchon en caoutchouc avec son tube en verre et après avoir enlevé le flacon du bocal-isolateur on procède à l'addition des réactifs mentionnés plus haut. Etant donné que les conditions d'équilibre sont bien souvent défavorables à bord d'un bateau en pleine mer, le prélèvement de ces réactifs peut s'effectuer avec une approximation relativement grossière. Mais il est au contraire de toute importance que l'opération de l'addition de ces réactifs à l'eau de l'échantillon contenu dans le flacon soit effectué toujours de la façon suivante : on prélève dans les flacons à réactifs à l'aide des pipettes, décrites plus haut, la quantité exigée du réactif; on ferme à l'aide de son index ou d'un tuyau en caoutchouc, muni d'une pince à ressort, le bout supérieur de la pipette ; on introduit, avec grande précaution, le bout inférieur de la pipette *jusqu'au fond du flacon* contenant l'échantillon d'eau de mer, et, *ce n'est qu'alors que l'on ouvre le bout supérieur* de la pipette et on laisse s'écouler le réactif qu'elle contient. Après quoi, avec la même grande précaution, on sort la pipette du flacon, en maintenant, pendant cette dernière manœuvre, le bout supérieur de la pipette *fermé*, et, en *évitant soigneusement d'agiter la surface de l'eau de l'échantillon.* Immédiatement après on bouche le flacon à l'aide de son bouchon en verre; en faisant cela on veillera soigneusement qu'aucune bulle *d'air ne reste collée sous le bouchon.* Le flacon bouché, on place la pince spéciale sur le bouchon et le goulot du flacon et on remet le flacon dans son bocal-isolateur. Ce dernier est alors rempli entièrement avec de l'eau et bouché à l'aide de son bouchon en liège. Avant de remettre l'échantillon, ainsi confectionné, dans la boîte à casiers on le retourne quatre ou cinq fois, afin de faire agiter le précipité qui s'est formé dans l'eau de l'échantillon. On laisse ensuite le précipité se reposer et on retourne de nouveau le flacon trois ou quatre fois ; ainsi on sera sûr que tout l'oxygène contenu dans l'échantillon a été absorbé.

Les échantillons, recueillis et préparés de cette façon, peuvent être conservés, sans altération, durant plusieurs semaines et même plusieurs mois.

Les titrages de l'oxygène doivent être faits à la fois sur plusieurs échantillons, par exemple une vingtaine. On sort les flacons de leurs bocaux-isolateurs, et on les range sur une table en évitant de les secouer pour *ne pas remuer le précipité du fond;* ensuite, en évitant toujours les secousses, on débouche les flacons. Si par hasard en essayant de déboucher les flacons dont le bouchon tient trop fort, on a soulevé un peu le précipité, il faudrait alors remettre un tel flacon sur la table, afin que le précipité se dépose sur le fond.

Après avoir ainsi débouché les flacons, on met dans chaque flacon 2 cmc. d'acide chlorhydrique fort à 30 °/° environ ; cette addition s'effectue à l'aide d'une pipette à tige mince que l'on introduit jusqu'au fond du flacon de la façon décrite plus haut (voir page 8). Ensuite on referme les flacons avec leurs bouchons en verre, sans que des bulles d'air s'introduisent sous le bouchon.

Après que toute la série des flacons a été ainsi préparée, on agite les flacons de temps en temps jusqu'à la dissolution complète du précipité. Les échantillons d'eau sont alors prêts pour être titrés.

II. Préparation des appareils de titrage et des liqueurs titrées.

La préparation et l'installation des appareils nécessaires pour le titrage de l'oxygène dans l'eau de mer se font de la même façon que pour la chloruration (Oxner, 1920).

Une grande bouteille, contenant la liqueur titrée est placée à une hauteur convenable, par exemple 80 cm. au-dessus de la table. De cette bouteille, à l'aide d'un long siphon, la liqueur titrée peut couler dans la burette à travers son robinet d'admission, situé en bas et en arrière.

Les liqueurs suivantes sont nécessaires pour les titrages :

1. Liqueur titrée de thiosulfate de soude ($Na_2\, S_2\, O_3$).
2. Solution normale de biiodate de potassium ($KH\, I_2\, O_6$).
3. Solution de iodure de potassium (KI)
4. Solution d'amidon.
5. Acide chlorhydrique (H Cl).
6. Eau distillée.

Pour préparer la *première liqueur* on pèse sur une balance analytique environ 8 gr. de $Na_2\, S_2\, O_3$, $5\, H_2\, O$ que l'on fait dissoudre dans 4 litres d'eau distillée dans une bouteille en verre brun foncé. Avant de l'employer, on laisse la liqueur, durant 14 jours, dans l'obscurité. Mais la liqueur n'est pas constante ; chaque jour, avant de s'en servir, la liqueur doit être étalonnée avec la solution normale de biiodate de potassium.

La solution normale se compose d'environ 0,3 gr. de biiodate de potassium ($KH\ I_2\ O_6$) dans environ 500 cmc. d'eau distillée. On fait cette solution dans un matras, bouché à l'émeri et gradué à 500 cmc. par un trait en cercle sur le goulot.

On nettoie et on rince le matras avec de l'eau distillée ; ensuite on verse dans le ballon les 0,3 gr. de biiodate de potassium, on y ajoute une certaine quantité d'eau distillée et on agite, en secouant le matras, jusqu'à dissolution de la substance ; après quoi on ajoute encore de l'eau distillée jusqu'au trait circulaire du goulot. Cette addition d'eau distillée doit être faite, vers la fin, *goutte par goutte.* La partie la plus basse du ménisque, que forme le liquide, doit affleurer (être tangente) le plan du trait circulaire du goulot. On referme le matras avec son bouchon en verre et on agite en le tournant, pour rendre la solution homogène.

La pesée de la substance se fait sur la balance analytique avec une grande exactitude ; l'erreur ne doit pas dépasser 0,1 à 0,2 mg. en plus ou en moins. Le volume exact du matras doit être trouvé en pesant le matras avec l'eau distillée.

La solution d'iodure de potassium que l'on emploie pour titrer la solution normale précédente se compose d'environ 20 gr. d'iodure de potassium que l'on dissout dans un flacon ordinaire dans 200 cmc. d'eau distillée.

On prépare *la solution d'amidon*, en faisant dissoudre environ 1 à 2 cmc. dans 100 cmc. d'eau distillée que l'on porte à l'ébullition dans un ballon en verre de Bohême.

III. **L'exécution des titrages.**

L'installation des appareils[1] (fig. 3 et Oxner, 1920, fig. 7) pour le dosage de l'oxygène est analogue à celle employée pour la chloruration (Oxner, 1920). Le nettoyage des appareils en verre est fait au mélange d'acides sulfurique et chromique ; on rince ensuite soigneusement à l'eau distillée. Il faut cependant laisser écouler des appareils tout l'acide sulfurique, en ne laissant que le peu d'acide adhérent le long des parois, parceque l'eau du rinçage se mélangeant à une quantité trop grande d'acide, produirait une élévation de température très forte pui pourrait faire éclater les instruments. Les robinets des burettes doivent être graissés avec un mastic spécial (par exemple mélange de cire et de saindoux ou voir : Oxner, 1920). Avant de graisser les robinets, on essuiera soigneusement les robinets et leurs boisseaux (Oxner, 1920). Le graissage des robinets doit être fait très soigneusement de manière que le mastic soit étendu d'une façon homogène. Lorsqu'on introduit le robinet dans son boisseau, on exerce une légère pression en le tournant en même temps ; le robinet et son boisseau doivent alors apparaître transparents ; aucun gros grain ou impureté du mastic ne doivent loger dans la voie du robinet de façon à empêcher l'écoulement de la liqueur titrée.

---

[1] Voir : Laboratoire hydrographique. Catalogue des appareils océanographiques. Prix-courant 1914. N° 94. (M. le Professeur Martin Knudsen, Ecole Polytechnique à Copenhague).

Le robinet de la pipette est graissé à la glycérine. En introduisant le robinet de la pipette dans son boisseau on exerce une pression très légère.

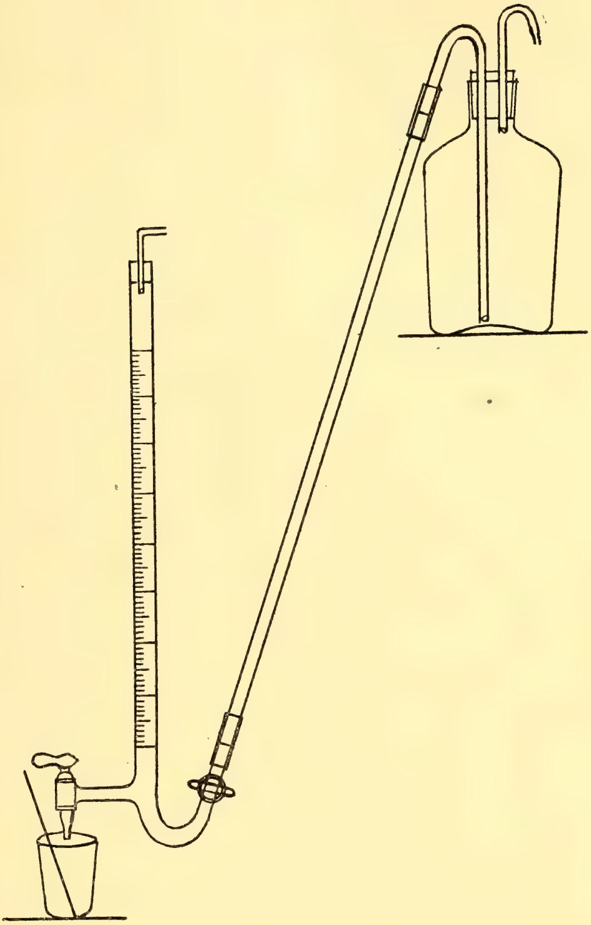


Fig. 3

Les tuyaux en caoutchouc faisant partie de l'appareillage doivent être rincés à l'eau distillée. Lorsque tout l'appareillage a été mis en place, prêt pour l'analyse, il est indispensable de rincer (en la remplissant et en la vidant 2-3 fois de suite) la burette et ses tubes de raccord avec la liqueur titrée pour être sûr que la concentration de la liqueur dans la burette et dans la grande bouteille est identique. On doit disposer dans la bouteille d'une quantité de liqueur dépassant largement les besoins de quelques séries d'analyses, car, au point de vue de la constance de la liqueur de titrage, il est contre-indiqué de mélanger ou de secouer la bouteille immédiatement avant l'analyse. Ainsi des variations dans la concentration de la liqueur peuvent se produire par couches, l'eau se séparant, et formant une couche plus légère à la surface. Ceci à peu d'importance, si on prend soin de n'utiliser pour l'analyse que la moitié ou même un quart de la liqueur titrée contenue dans la bouteille, avant que l'on ait préparé une nouvelle liqueur.

Après le rinçage de la burette (voir plus haut) avec la liqueur titrée, on la remplit et on repère le point zéro. Après avoir rincé à l'eau distillée le verre à réaction cubant environ 400 cmc. et sa spatule (une fiole conique à pied convient encore mieux), on y verse le contenu du premier flacon préparé (voir plus haut) pour le dosage de l'oxygène ; il est difficile d'éviter qu'une certaine quantité d'eau de l'échantillon reste adhérente aux parois intérieures du flacon ainsi qu'à son bouchon, mais aussi il n'est pas nécessaire que le flacon soit tout épuisé (voir plus bas).

Tout en agitant on fait couler la liqueur titrée ($Na_2\ S_2\ O_3$) de la burette dans le verre à réaction, jusqu'à la disparition de la teinte jaune ; on ajoute alors 2 cmc. de la solution d'amidon et, à nouveau on fait couler la liqueur titrée de la burette jusqu'au moment précis de la disparition de la teinte bleue, après quoi on reverse du verre à réaction un peu de liquide dans le flacon à échantillon (celui dont on est en train de doser l'oxygène) ; on récupère ainsi la petite quantité du liquide de l'échantillon qui est restée (voir plus haut) dans le flacon. On transvase alors le tout de nouveau dans le verre à réaction. Cette opération fait réapparaître la teinte bleue dans la liqueur analysée ; on poursuit alors le titrage jusqu'à la disparition complète de cette teinte ; la liqueur devenue incolore, le dosage est terminé et l'on fait de suite la lecture de la burette, c'est à dire on détermine la quantité de la liqueur titrée pour le dosage effectué.

Au commencement et à la fin d'une série d'analyses (de dosages) on fait des titrages avec les liqueurs normales. On se sert dans ce but de la pipette de Knudsen de 15 cmc de volume déterminé par la pesée (Oxner, 1921 fig. 1) avec laquelle on prélève la solution de $KH\ I_2\ O_6$. Au moment de l'emploi on rince la pipette deux fois avec une petite quantité de la solution normale. Il faut aussi veiller que le bout de la pipette, par lequel arrive l'air pendant l'écoulement, soit absolument sec. Après avoir ainsi versé les 15 cmc de la solution de $KH\ I_2\ O_6$ dans le verre à réaction, on la dilue avec 150 cmc environ d'eau distillée et on y ajoute 5 cmc de la solution d'iodure de potassium et 2 cmc d'acide chlorhydrique de la concentration de 30 °/₀ environ. Tout ce mélange est alors soumis à la même opération de titrage comme on vient de l'expliquer pour les échantillons d'eau de mer.

Lorsqu'on analyse, par exemple 20 échantillons, il est indiqué de faire en tout cas deux titrages à la solution normale. Il ne faut pas oublier (voir plus haut) que la solution de thiosulfate de soude (que l'on emploie pour le dosage de l'oxygène des échantillons) n'est pas constante, ainsi il est nécessaire, chaque fois, de l'éprouver par les titrages avec la liqueur normale.

IV. Le calcul de la quantité d'oxygène de l'échantillon.

Pour calculer la constante de la solution titrée on se sert avantageusement du schéma ci-dessous [1].

Pour rendre l'exemple plus intelligible encore nous avons introduit ici dans le schéma en question les résultats numériques du dosage d'un échantillon quelconque :

SOLUTION NORMALE N° ....

Poids p de KHI_2O_6 en grammes	$p = 0,2830$	$\text{Log } p = 0,4518\text{-}1$
Degré de pureté α de KHI_2O_6	$\alpha = 1,0000$	$\text{Log } \alpha = 0,0000$
Quantité K d'oxygène en cmc à 0° C et 760^{mm} de pression atmosphérique correspondant à 1 gramme de KHI_2O_6	$K = 172,3$	$\text{Log } K = 2,2363$
Volume V du matras en cmc	$V = 499,3$	$\text{Log } V = 2,6984$
Quantité q_1 d'oxygène correspondant à 1 cmc de la solution N° .... de KHI_2O_6	$q_1 = p \cdot \alpha \cdot K \cdot \frac{1}{V}$	$\text{Log } q_1 = 0,9897\text{-}2$
Volume v de la pipette en cmc	$v = 13,97$	$\text{Log } v = 1,1452$
Quantité q_v d'oxygène correspondant au volume de la solution de KHI_2O_6 contenue dans la pipette	$q_v = v \cdot q_1$	$\text{Log } q_v = 0,1349$
Nombre a d'unités de la solution de $Na_2S_2O_3$ (chiffre fourni par la lecture de la burette) nécessaire pour saturer la quantité de KHI_2O_6 prélevée à l'aide de la pipette	$a = 29,62$	$\text{Log } a = 1,4716$
Quantité Q d'oxygène correspondant à la quantité de la solution de $Na_2S_2O_3$ contenue dans une unité de division de la burette	$Q = q_v \cdot \frac{1}{a}$	$\text{Log } Q = 0,6633\text{-}2$

---

[1] Ce schéma se trouve dans le « Livret de titrages » imprimé en français et fourni par le Laboratoire Hydrographique à Copenhague.

Supposant qu'au titrage d'un échantillon, la lecture de la burette est l, et que le volume du flacon à éch^{on} est de b cmc, on trouve par la formule $O = \frac{1000}{b} \cdot l \cdot Q$ la quantité d'oxygène O en cmc contenue dans un litre d'eau de mer à 0° C et 760^{mm} de pression atmosphérique.

Dans les explications ci-dessus nous avons admis que l'on a fait à la fois le dosage d'une certaine série d'échantillons et que leur titrage s'est déroulé sans discontinuité. Si au cours du titrage de ces échantillons on procède à 2 ou plus titrages avec la solution normale, ou qu'éventuellement on a fait, à titre de contrôle, des titrages de 2 ou plus solutions normales indépendantes, alors on prend la moyenne des valeurs obtenues pour Q et on considère cette valeur moyenne comme obligatoire pour toute la série des échantillons titrés.

Le « livret de titrages » peut être tenu de la façon indiquée à titre d'exemple, p. 15. On voit, qu'en exécutant les calculs indiqués dans le schéma, on obtient la quantité (en cmc) d'oxygène contenue dans 1 litre d'eau de mer donnée, à 0° C et à 760^{mm}.

* * *

Date	Température	Numéro de l'échantillon	Lecture l	Log. l	Log. Q	Log. du volume b de la bouteille	Log. O = 3,0000 + Log. l + Log. Q — Log. b	O	Remarque

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1). 1894. Pettersson, O. — *Scottish Geographical Magazine*, p. 284.

2). 1899. Knudsen, M. — *The Danish Ingolf Expedition*, vol. I.

3). 1901. Winkler, L. — *Zeitschrift für analytische Chemie 40*, p. 523.

4). 1903. Ruppin, E. — *Beitrag zur Bestimmung der im Meerwasser gelösten Gase.* (*Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. Kommission zur Untersuchung Meere in Kiel.* Abt. Kiel. Bd VII).

5). 1904. Bjerrum, N. — *On the determination of Oxygen in sea-water.* (*Meddelelser fra Kommissionen for Havundersogelser.* Série Hydrographi. Bd I. nº 5).

6). 1905. Jacobsen, J. P. — *Die Löslichkeit von Sauerstoff im Meerwasser durch Winklers Titriermethode bestimmt.* (*Medd. fra Komm. for Havunders.* Série Hydrografi. Bd I. nº 8).

7). 1905. Fox, Charles J. J. — *On the determination of the atmospheric gases dissolved in sea-water.* (Publications de Circonstance nº 21).

8). 1908. Krogh, A. — *Skandinavisches Archiv für Physiologie*, Bd 20.

9). 1912. Ruppin, E. — *Die hydrographisch-chemischen Methoden* (*Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, Komm. Kiel. Abt. Kiel Bd 14).

10). 1912. Palitzsch, S. — *Report on the Danish Oceanographical Expeditions in the Mediterranean and adjacent Seas* Vol. I, nº 4.

11). 1915-16. Gaarder (Torbjörn). — *Surstoffet i fjordene* (Bergens Musœums Aarbog).

12). 1920. Oxner, M. — *Manuel pratique de l'analyse de l'eau de mer. I. Chloruration par la méthode de Knudsen, avec une préface du professeur Martin Knudsen* (Bull. Comm. Méditerranée nº 3).

Résumé de la méthode de Winkler pour le dosage de l'oxygène dans l'eau de mer.

(Réactions chimiques et formules)

A une quantité connue d'eau de mer on ajoute :

1. Soude caustique e natrio ($NaOH$) + iodure de potassium (KI) et
2. Chlorure de manganèse ($MnCl_2, 4\,H_2O$) + un peu d'acide chlorhydrique concentré (HCl).

Du mélange de ces deux réactifs naît un précipité d'hydroxyde de manganèse ($Mn(OH)_2$) suivant la formule.

$$2NaOH + MnCl_2 = 2NaCl + Mn(OH)_2.$$

En agitant la bouteille fermée, ce précipité absorbe la quantité d'oxygène dissoute dans l'eau, et, se transforme partiellement, en absorbant de l'eau, en trihydroxyde de manganèse ($Mn(OH)_3$).

$$2Mn(OH)_2 + O + H_2O = 2Mn(OH)_3.$$

Au moment de doser l'oxygène fixé par l'opération précédente, on ajoute de l'acide chlorhydrique ; le trihydroxyde de manganèse ($Mn(OH)_3$) et l'hydroxyde de manganèse ($Mn(OH)_2$) se dissolvent alors comme chlorure de manganèse ($MnCl_2$) et en présence d'iodure de potassium (KI) il se dégage la quantité d'iode équivalente à la quantité d'oxygène qui était dissoute dans l'échantillon :

$$2Mn(OH)_3 + 6HCl + 2KI = 2MnCl_2 + 6H_2O + 2KCl + I_2.$$

On aura ainsi dans la quantité d'iode dégagée une mesure de la quantité d'oxygène dissoute dans l'eau.

La quantité d'iode dégagée est déterminée par titrage avec une solution de thiosulfate de soude ($Na_2S_2O_3$). Il se forme de cette manière de l'iodure de sodium (NaI) et du tétrathionate de soude ($Na_2S_4O_6$) :

$$2Na_2SO_3 + I_2 = 2NaI + Na_2S_4O_6.$$

On a ainsi dans *la quantité de thiosulfate nécessaire pour la réaction une mesure de la quantité d'iode et par suite de la quantité d'oxygène dissoute dans l'échantillon.* La quantité de thiosulfate nécessaire pour la réaction accomplie est déterminée par titrage avec de l'amidon comme indicateur.

Pour la détermination du titre de la solution de thiosulfate de soude on se sert d'une solution de concentration connue de biïodate de potassium ($NaHI_2 O_6$) de laquelle on prend, à l'aide d'une pipette, une quantité connue. En y ajoutant de l'iodure de potassium (KI) et de l'acide chlorhydrique (HCl), une quantité d'iode équivalent à la quantité employée de biiodate de potassium se dégage.

$$KHI_2O_6 + 10KI + 11HCl = 11KCl + 6H_2O + 6I_2.$$

Par titrage, avec de l'amidon comme indicateur, on détermine la quantité de la solution de thiosulfate qui est nécessaire pour consommer la quantité d'iode dégagée, et ainsi on a le moyen de déterminer la quantité d'iode dégagée dans l'échantillon et par suite la quantité d'oxygène originellement contenue dans ce même échantillon d'eau.

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

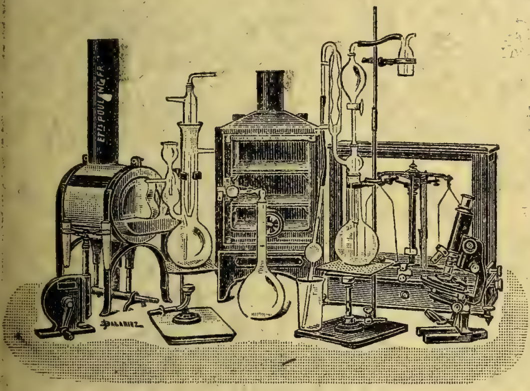
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMETRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE
VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

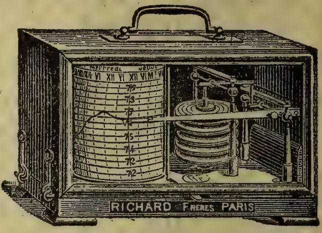
Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

VII, 1920

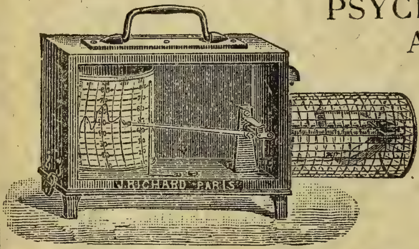
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie


RICHARD FRÈRES PARIS

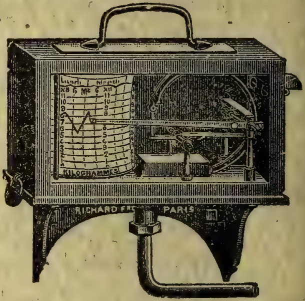
Baromètre enregistreur

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.


J. RICHARD PARIS

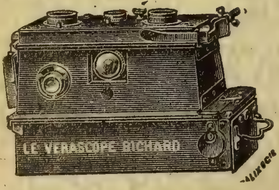
Thermomètre enregistreur

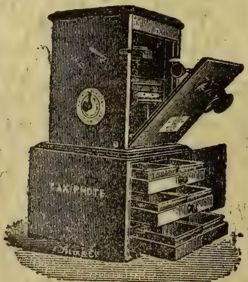
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRÈRES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 391. 20 Juin 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
254181
National Museum

ERNEST BRÉMENT

23 septembre 1882 — 21 octobre 1914

par E. CHATTON et L. SIRVENT

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

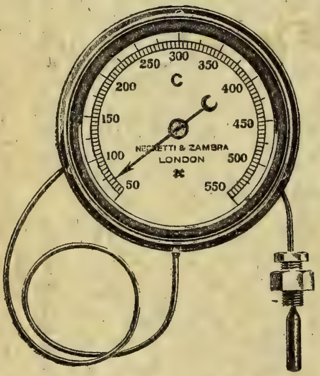
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier

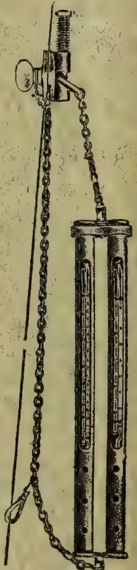


PRÉCISION GARANTIE à 1 % près

THERMOMÈTRE à DISTANCE à CADRAN ou ENREGISTREUR

THERMOMÈTRES à RENVERSEMENT et BOUTEILLES à PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

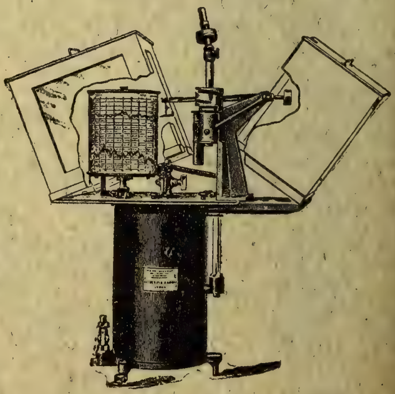
CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE



INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 391. — 20 Juin 1921.

ERNEST BRÉMENT

23 septembre 1882 — 21 octobre 1914

par **E. CHATTON** et **L. SIRVENT**

Ernest Brément, préparateur au Musée océanographique de Monaco depuis le 1er janvier 1912, a été tué à l'ennemi le 21 octobre 1914, à l'âge de 32 ans.

Né le 23 septembre 1882 à Paris, il perdit, vers l'âge de quatre ans, son père, employé des postes, et sa mère peu d'années après. Il les connut juste assez pour comprendre la perte qu'il fit. Son frère aîné, son dernier parent, son dernier soutien, mourut en 1906.

Un petit capital, qu'il épuise progressivement, et l'aide de son frère, expéditionnaire à la préfecture de l'Oise, lui permettent d'achever ses études secondaires. Bachelier de l'enseignement moderne, il vient à la Sorbonne en 1901 et y acquiert, par d'excellentes épreuves, la licence-ès-sciences naturelles et le certificat de chimie générale.

Ses camarades d'alors se souviennent de ce grand blond trapu, bouclé, barbu, hirsute, vêtu de velours, qui martelait le sol de ses gros brodequins ferrés et vous serrait la main à faire craquer les os. On le voyait arriver aux cours matinaux, cachant sous sa pèlerine une boule de gros pain dont il avait tiré son petit déjeuner, et qu'il gardait pour son repas de midi. Il venait ainsi de Beauvais qu'il quittait tous les jours vers 5 heures. Les deux frères n'avaient pas voulu se séparer. Le compartiment de chemin de fer, chaud en hiver, ambulant cottage en été, lui était plus hospitalier qu'une glaciale et sordide mansarde parisienne. C'est là qu'il travaillait, tout en grignotant sa provende.

Sa détresse l'avait fait misanthrope, et plus encore misogyne. Son aspect inculte et sa poignée de main écrasante éloignaient de lui les jeunes filles. Mais les quelques camarades, qui ne le méconnurent point, trouvèrent en lui un ami solide, fidèle, dévoué, un esprit hautement cultivé, et curieusement original. Naturaliste plus instruit que ne l'étaient les meilleurs licenciés (mais d'une formation trop livresque, dont il n'était d'ailleurs pas responsable), il s'adonnait en outre à l'étude des langues étrangères. Il était passionné de littérature anglaise dont il lisait tous les auteurs dans le texte. Il connaissait aussi très bien l'allemand. Sa vraie voie eût été la philologie, s'il avait fait ses humanités.

Brément affronta l'agrégation, malgré les conseils les plus pressants de n'en rien faire. L'agrégation n'est point un but que puisse se proposer celui qui doute de soi. Il ne lui manquait pour y arriver ni la puissance de travail, ni la faculté d'assimilation, ni l'acquis, ni l'esprit critique. Il avait de tout cela en excédent. Son lest même était sa faiblesse.

En 1910 il obtint une bourse au Muséum, grâce au Professeur Joubin, qui l'attacha à son laboratoire. Il avait l'année précédente, acquis le diplôme d'études supérieures de zoologie par un travail sur les Copépodes parasites des Ascidies, et avait sur ce même sujet publié plusieurs notes en collaboration avec l'un de nous. Il allait continuer ces recherches et s'adonner plus particulièrement à l'étude des Ascidies composées, en vue d'une thèse.

Ses deux années de stage au Muséum terminées, il entra au Musée océanographique comme préparateur. Ce fût pour lui la sécurité jusque là inconnue et la sérénité après tant d'adversité. Il eût pu s'y reposer. Il n'en eût que plus d'ardeur au travail. Collaborateur dévoué du Musée, il s'attacha avec une haute conscience au travail ingrat, parce qu'obscur et anonyme, des collections.

Son délassement était, le dimanche, d'aller excursionner dans les belles montagnes qui avoisinent Monaco. Ami sûr, il laisse à ceux qui l'ont connu au Musée océanographique le souvenir d'un agréable compagnon de travail et de promenade. Et c'est avec une pensée émue que l'on se reporte à son trop court passage au Musée.

Il y trouve le temps de poursuivre ses recherches.

Il passe ses vacances à Banyuls, à Roscoff, à Saint-Vaast, y étudie les animaux dans leur milieu et y prépare les délicats matériaux qu'il met en œuvre à Monaco. Ses notes préliminaires sur les Synascidies, très appréciées des spécialistes, ne donnent qu'une faible idée de l'étendue et de la précision des documents qu'il a réunis sur ce groupe difficile (1). Nous ferons en sorte que ces documents, composés surtout de coupes et de dessins à la plume (plus d'une centaine), tous de sa main, destinés à l'illustration de sa thèse de doctorat ès-sciences, ne restent pas inédits. Brément eût été dans l'étude des Ascidies composées le digne continuateur en France de Giard, Lahille, Caullery. La perte qu'a faite en lui la zoologie française restera longtemps sensible.

Nous savons qu'il s'est vaillamment conduit sur les champs de bataille. Il fut mobilisé dès le second jour comme sergent de réserve au 51^{me} régiment d'infanterie à Beauvais. Un arrêté ministériel du 11 mars 1920 (journal officiel du 15 avril) a attribué à la mémoire du sergent Brément, mort pour la France, la médaille militaire avec la citation suivante : « Très brave sous-officier, mort au champ d'honneur le 21 octobre 1914 devant Vienne-le-Château (1). Croix de guerre avec étoile de bronze (2) ».

---

(1) Voir la liste des publications de Brément, à la fin de cette notice.

Nous devons à un de ses camarades de combat, M. Delafraye, sergent comme lui en 1914, à la 8^{me} compagnie du 51^{me} régiment d'infanterie, à qui nous exprimons nos remerciements émus, les précisions suivantes sur les circonstances de sa mort et sur le lieu de sa sépulture :

« Nous sommes partis le 8 septembre 1914 avec le premier renfort pour le 51^{me}, de la caserne de Pontanezem à Lambezellec, près de Brest. Nous étions natifs tous deux de Beauvais. J'ai vite apprécié son instruction et son éducation supérieures. Il me plaisait de causer avec lui. Sous son aspect timide il était brave dans les moments difficiles, et a payé de sa vie sa témérité.

Le 21 octobre 1914, la 8^{me} était en réserve à la butte de tir, près de la route de Servon à la Harazée, à quelques centaines de mètres à droite de la route de Vienne-le-Château à Binarville (bois de la Grurie). Vers deux heures de l'après-midi, la compagnie Bouchard débordée malgré son héroïque résistance demandait du secours. Nous sommes partis. Après avoir escaladé deux ravins et pris nos indications au poste de commandement du 1er bataillon, nous avons attaqué. Les allemands que nous croyions devant nous étaient à notre gauche. S'élançant en tête de sa section, dans un boyau à peine amorcé, le sergent Brément a été tué à bout portant. Nous l'avons enterré le lendemain à côté de l'adjudant Larouzé, du soldat Debry, du soldat Ozanne, derrière l'entonnoir où se tenait le commandant de compagnie, à l'endroit qui s'appelait à ce moment là « la Caponnière ».

Cet endroit pris et repris, je ne sais combien de fois, a été bouleversé. Si pour retrouver ce brave camarade ma présence était utile, sur rendez-vous, je me ferais un devoir de me déplacer avec l'espoir de retrouver l'endroit où nous l'avons enterré. »

---

(1) En Argonne.

(2) L'« *Hommage de la Nation* » au sergent Brément ainsi que sa Croix de guerre et sa Médaille militaire sont exposés à la bibliothèque du Musée Océanographique, où il a tant travaillé et où son souvenir si cher sera ainsi toujours présent (J. Richard).

Ce document nous est précieux. Il nous montre Brément, à l'une des épreuves les plus sévères que l'homme puisse subir, luttant toujours avec cette belle énergie qu'il opposait depuis son enfance à son dur destin, et inspirant là comme partout, à ceux qui le connaissaient de près, la même profonde et durable sympathie.

Il est avec Bernard Collin de ceux qui n'ayant jamais eu de goût pour les choses militaires et aucune propension au chauvinisme n'en ont que plus de mérite à avoir fait pleinement leur devoir.

Liste des travaux scientifiques d'ERNEST BRÉMENT.

1. *Enteropsis roscoffensis* n. sp. Copépode parasite de *Styelopsis grossularia* P. J. van Beneden. Note préliminaire *Bull. Soc. Zool. France* XXXIV *1909*. (En collaboration avec E. Chatton.)
2. *Mychophilus curvatus* n. sp. parasite des Botryllidés et les relations des genres *Mychophilus* Hesse et *Enteropsis* Aurivillius. *Bull. Soc. Zool. France*, XXXIV, *1909*. (En collaboration avec E. Chatton.)
3. Sur un nouveau Copépode ascidicole, *Enterocola pterophora* n. sp. et sur le genre *Enterocola* P. J. van Beneden. Note préliminaire. *Bull. Soc. Zool. France*, XXXIV, *1909*, (En collaboration avec E. Chatton.)
4. Contribution à l'étude des Copépodes ascidicoles du golfe du Lion. *Arch. zool. expér. 1909. Tome I, Notes et revues n° 3.*
5. Sur trois Ascidicoles du genre *Aplostoma* Canu : *Aplostoma magellanica* n. sp., *A. hibernica* (T. et A. Scott), *A. sacculus* n. sp. (note préliminaire) : *Bull. Soc. Zool. France*, XXXV, *1910* (En collaboration avec E. Chatton.)
6. Sur quelques cormus de *Holozoa clavata* Sars provenant de l'expédition arctique française (1908). *Bull. Mus. hist. nat.* XVII, *1911*.
7. Note préliminaire sur la situation que peut affecter chez quelques Ascidies mérosomes le genre de Copépode *Enterocola*, *Bull. Mus. hist. nat.* XVII, *1911*.
8. Sur un Ascidicole nouveau du genre *Ophioseides* Hesse, *Ophioseides abdominalis* parasite des Aplidiens. *Bull. Soc. Zool. France*, XXXVI *1911*. (En collaboration avec E. Chatton.)
9. *Polycitor (Eudistoma) banyulensis* nov. sp., Synascidie nouvelle du golfe du Lion (Note préliminaire). *Bull. Inst. océanog. n° 248*, *1912*.
10. Sur une variété méditerranéenne de l'*Aplidium cæruleum* Lahille, Synascidie de la Manche (Note préliminaire). *Bull. Inst. océanog. n° 250*, *1912*.
11. Sur deux nouveaux Didemnidés (Synascidies) du golfe du Lion (Note préliminaire). *Bull. Inst. océaonog. n° 257*, *1913*.
12. Sur la présence, en Méditerranée, d'une variété de l'*Aplidium lacteum* Huitf., Synascidie arctique et subarctique, *Bull. Inst. océanog. n°* 269, *1913*.
13. *Brementia balneolensis n. g., n. sp.* nouveau Copépode ascidicole incubateur, parasite des *Leptoclinum. (Bull. Soc. Zool. de France.* XL. *1915).* (Posthume, en collaboration avec E. Chatton.)
14. Sur un nouveau Copépode ascidicole incubateur : *Ooneides amela* n. g., n. sp., parasite des *Leptoclinum.(Bull. Soc. Zool. de France* XL, *1915.)* (Posthume, en collaboration avec E. Chatton.)
15. Les oostégites, les ptérostégites et la cavité incubatrice des Ascidicolidæ (Copépodes) ; développement, homologies, valeur phylogénétique et taxonomique. *Bull. Soc. Zool. de France*, XL, 1915. (Posthume, en collaboration avec E. Chatton.)

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

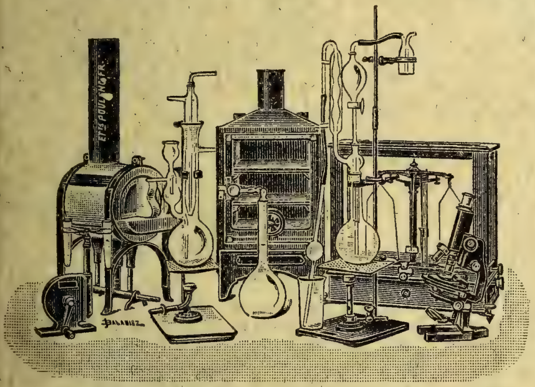
122, Boulevard Saint-Germain — PARIS
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

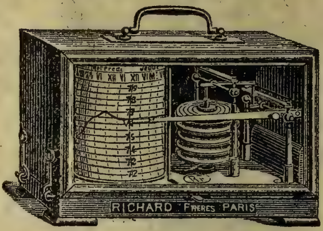
Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

VII, 1920.

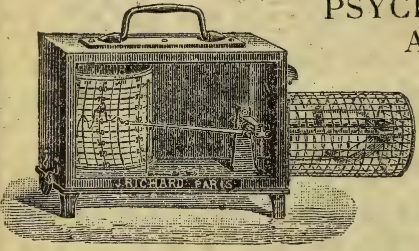
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie


RICHARD FRERES PARIS

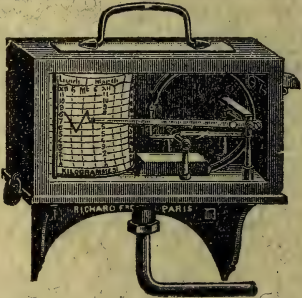
Baromètre enregistreur

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.


J. RICHARD PARIS

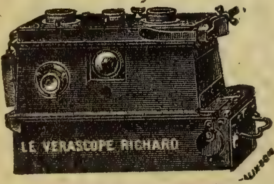
Thermomètre enregistreur

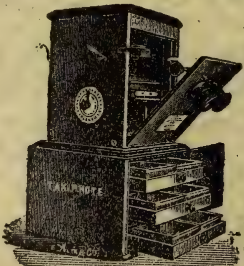
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


RICHARD FRÈRES PARIS
KILOGRAMMES

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VERASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 392. 25 Juin 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
254181
National Museum.

Discours sur l'Océan

Par S. A. S. le Prince ALBERT Ier, de Monaco

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

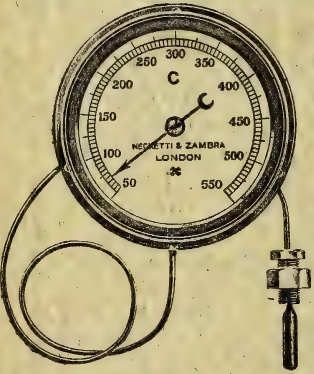
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier



PRÉCISION

GARANTIE

à

1 % près

THERMOMÈTRE

à

DISTANCE

à

CADRAN ou ENREGISTREUR

THERMOMÈTRES

à

RENVERSEMENT

et

BOUTEILLES

à

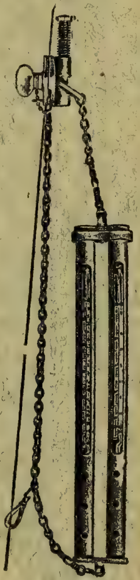
PRÉLÈVEMENT

D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

CATALOGUES

gratis

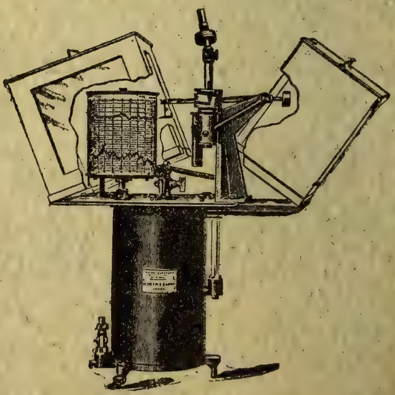
SUR DEMANDE



INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA

VOS DEMANDES

relatives à tous **Instruments Scientifiques**

V. 921.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 392. — 25 Juin 1921.

Discours sur l'Océan (*)

Par S. A. S. le Prince ALBERT Ier, de Monaco.

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
National Museum.

Monsieur le Président,
Mesdames,
Messieurs,

La Nation Américaine grandit rapidement au milieu de l'Humanité comme un fruit superbe mûri dans l'intelligence et le travail des générations modernes. Elle est grande surtout parce qu'elle a su recueillir dans son cerveau les plus hautes pensées, les plus nobles ambitions, les visions les plus larges enfantées dans notre vieille Europe, mais que les vestiges d'une barbarie latente stérilisent dans le sang de quelques peuples mal préparés. La Nation Américaine se répand en toute liberté au milieu des magnifiques territoires qu'elle civilise dans le plus grand style de la mentalité actuelle, avec des Universités, des Académies et des monuments à toutes les gloires de la science et des arts ; avec la plus puissante culture de la terre et de la mer ; avec la formation d'un esprit supérieur qui développe tous les domaines de la paix.

C'est que la Nation Américaine est affranchie des passions traditionnelles qui livrent périodiquement l'Europe à des guerres condamnables par l'esprit de sagesse qui doit désormais gouverner le monde.

Mais vous aussi vous avez eu vos guerres, seulement c'était, jadis, pour atteindre un but généreux de civilisation ou de liberté ; c'était, hier, pour défendre la conscience humaine contre des attentats bar-

---

(*) Traduit de l'anglais. Discours prononcé par S. A. S. le Prince Albert Ier, le 25 avril 1921, à l'Académie nationale des Sciences de Washington.

bares. Hier comme jadis vous avez trouvé dans votre peuple des héros pour mourir sur les champs de l'honneur ou de la patrie.

Et moi je suis largement récompensé d'avoir toute ma vie défendu les principes et les idées qui font les grands peuples puisque votre Académie illustrée par l'influence intellectuelle et morale de toutes les Nations veut bien m'accorder un des plus grands témoignages d'estime qui puisse réjouir l'âme d'un travailleur. Aussi je foule cette fois la terre américaine avec la fierté que me donne le sentiment d'avoir pu gagner en même temps un peu d'affection dans votre peuple dont le prestige a toujours illuminé mon esprit avec les grands espoirs qu'il offre à l'Humanité.

Lorsque sur le rivage du Continent Américain où le regard des navigateurs du *Mayflower* semble avoir laissé une empreinte tellement profonde qu'elle fascine encore ceux qui viennent maintenant ici pour parler avec leurs successeurs, de la liberté du monde ; lorsque sur ces terres où des races parvenues au terme de leur vie cent fois séculaire avaient erré sans but et sans issue jusqu'à l'arrivée des fils de nos races affinées. Quand ces puissantes sensations touchèrent pour la première fois mon âme toute jeune, j'ai pensé que la plus captivante étude pour un travailleur épris de science moderne, avec un esprit indépendant, serait celle qui marquerait l'origine et tracerait la marche de la force vitale à travers les âges de notre planète, pour fixer à l'espèce humaine la place qu'elle tient dans un écheveau formé par des générations successives ou parallèles.

Et j'ai pénétré aussi loin que j'ai pu dans l'Océanographie où je sentais dormir la solution des grands problèmes de la biologie ; où je voyais se dessiner le domaine le plus puissant des phénomènes physiques et chimiques d'où sont sorties la naissance, la propagation et l'évolution des êtres. Et plus la Science développait devant moi ce terrain, plus elle confirmait la formation d'une philosophie nouvelle qui réserve à nos successeurs des vues agrandies sur les enchaînements du monde vivant. Plus notre jugement compare les circonstances de la vie océanienne avec celles de la vie aérienne et mieux nous sentons que les principales forces des organismes supérieurs ont trouvé dans la mer une puissance initiale capable de fournir la formule d'où sortit progressivement le cerveau humain.

Désormais cette supériorité sera plus haute encore lorsqu'une mentalité plus scientifique possèdera la maîtrise des Sociétés humaines.

Telles sont les grandes lignes de l'influence intellectuelle qui s'est exercée sur ma vie laborieuse ; elles ne m'ont pas trahi puisque me voilà maintenant désigné par votre Assemblée pour recevoir la médaille d'Agassiz. Et dès les premiers mots que je prononce dans cette salle encore imprégnée du souvenir de ce grand homme, je tiens à vous dire quel encouragement je reçois ainsi pour entraîner toujours plus loin sur cette voie les esprits ouverts aux nobles ambitions du savoir.

C'est donc avec une joie infinie comme avec une confiance totale que je viens exposer à mes confrères américains ces pensées fécondes que le travail moderne fait éclore dans nos laboratoires et qui remplissent nos cœurs d'une émotion assainie par l'amour de la vérité.

Je vous remercie pour le couronnement que vous donnez à mon œuvre, en considérant aussi l'action des collaborateurs qui m'ont suivi partout : je le vois planant sur le rocher de Monaco, sur ce Musée où s'abrite le travail des hommes qui consacrent aux sciences de la mer les forces de leur cerveau ; je le vois dominant le monde intellectuel pour glorifier le rôle des océans dans l'Histoire de la Terre.

Oui, mes chers Confrères, mon cœur s'est rapproché davantage encore de vous et de votre pays quand j'ai vu que vous compreniez le but que je poursuivais en cherchant à éclairer l'esprit des hommes sur la direction que doivent prendre les recherches intéressant l'Histoire et les lois de la vie.

Mais vous avez compris également pourquoi mon œuvre océanographique éveillait chez moi des préoccupations anthropologiques par lesquelles je fus conduit à la création d'un autre Institut où l'on étudie les traces laissées par l'homme en des points nombreux où il a vécu sous les diverses formes traversées aux périodes que nous connaissons de son existence.

Si nous trouvons un intérêt considérable à suivre l'Histoire de la vie depuis ses origines dans la mer, avec quelle ferveur passionnée ne devons-nous pas étudier l'incident de cette Histoire où se trouve comprise l'évolution des êtres qui portèrent si longtemps en eux le germe de l'Humanité !

Vous avez couronné l'Institut Océanographique où se développent les principes de la Biologie nouveau-née, qui se répandent parmi les collectivités scientifiques en éclairant un peu les ténèbres où s'agite notre besoin de vérité. Le Palais de la mer, qui domine Monaco et les siècles d'ignorance, s'enrichit tous les jours avec les dépouilles que mes collaborateurs et moi nous avons recueillies à tous les niveaux de l'Océan et sur tous ses fonds, partout où elles attendaient qu'un esprit nouveau dans l'Humanité leur demandât ce qu'elles pouvaient révéler sur les origines du monde. Car il existe peu de champs du domaine scientifique terrestre dont on ne puisse prolonger la culture jusque dans le domaine maritime ; et progressivement, l'Institut Océanographique et le Musée ont vu leurs laboratoires fréquentés par les travailleurs les plus divers, touchés par cette notion que l'Océan possède une réserve immense des éléments qui ont formé notre planète et des forces qui la gouvernent.

L'heure a sonné pour la considération mondiale des grands problèmes de l'Océan, que l'Humanité doit entreprendre avec ses meilleurs moyens car ils lui donneront plus vite les progrès qui vaincront sa barbarie, si forte encore dans les racines mêmes de la civilisation. Et cette heure vient de reculer devant l'attentat dirigé par les criminels dont l'ambition voulait restaurer dans le monde un droit de la force qui abolit toujours le droit des consciences. Et nous voyons maintenant le monde intellectuel, celui qui supporte l'œuvre de la civilisation paralysé dans la boue, le sang et la ruine que les démons ou les déments de l'Europe centrale ont répandus sur la promesse des siècles.

Mais vous, les Américains dont l'âme est si haut placée par la vigueur et la droiture de sa volonté, par le labeur inlassable auxquels notre Humanité doit tant de progrès, vous ne faillirez pas à la tâche qui reste la vôtre devant nos malheurs. Car votre peuple est une émanation de notre personnalité, et vos grandes vertus ont été formées par le travail de toute la civilisation des siècles d'où nous sortons.

Vous allez certainement continuer le rôle admirable que vous avez tenu devant l'ennemi commun pour sauver des semblables qui vous aiment. Et vous saurez attacher le nom de l'Amérique déjà si glorieux aux actes nécessaires pour sauver la richesse morale qui vient d'élever si haut les vainqueurs dont vous avez partagé la misère et la gloire. Vous resterez jusqu'au bout solidaires d'une œuvre de défense qui s'impose à la communauté des véritables civilisations.

Physiologie. — Maintenant je vous dois quelques informations complémentaires sur mes entreprises océanographiques pour vous permettre de mesurer l'envergure des études poursuivies par le centre que j'ai créé.

Après une exploration de tous les niveaux de l'Atlantique Nord depuis les régions tropicales jusqu'aux régions polaires, et qui dura vingt-cinq ans pour développer surtout la connaissance de l'Océanographie zoologique et de l'Océanographie physique, je m'étais plus spécialement attaché aux études qui intéressent la physiologie, quand la guerre allemande est venue bouleverser l'existence de tous les travailleurs. Huit années ont alors été perdues pour l'activité des hommes qui songent avant tout aux grands intérêts de l'Humanité.

Pourtant la force de la pensée moderne est telle aujourd'hui, que pendant toute la guerre, mes laboratoires océanographiques n'ont jamais complètement cessé l'œuvre pour laquelle ils sont faits ; et j'ai eu la joie de voir deux cent mille enfants de vos armées parcourir le Musée de Monaco pendant qu'ils séjournaient sur nos côtes ensoleillées, pour guérir leurs blessures ou pour cultiver leurs forces.

Quand j'ai donné une plus grande place à la physiologie dans mes campagnes scientifiques, j'ai eu le concours de savants remarquables tels que Charles Richet et Portier ou bien de quelques hommes plus jeunes qui ont ainsi préparé leur avenir. Joubin et Bouvier avaient jusque là visité avec moi les espaces grandioses de l'Océan qui nous livraient chaque jour des êtres nouveaux pour la Science : céphalopodes abyssaux ou crustacés pélagiques. Buchanan et Thoulet, vétérans des premiers grands travaux de la mer, sont depuis trente ans tout auprès des miens.

Et le chef de cette pléiade telle qu'on n'en reverra sans doute jamais dans le laboratoire d'aucun navire, le Docteur Richard, Directeur du Musée Océanographique de Monaco, le collaborateur fidèle de toutes mes navigations, par conséquent l'océanographe le plus averti pour l'ensemble de notre science, porte en lui l'âme sœur des forces qui m'ont guidé pendant trente-cinq ans.

Ses conceptions ingénieuses et celles du Commandant Bourée ont mis à ma disposition depuis quelques années de grands filets plus ou moins fins avec lesquels j'ai exploré les profondeurs intermédiaires de l'Océan depuis la surface jusqu'à plus de cinq mille mètres, avec la possibilité d'établir dans certains cas, grâce à un bathomètre spécial qui accompagne le filet, vers quel niveau la pêche s'est réalisée.

On savait déjà qu'il existe entre les grands fonds et la surface des mers une faune composée de nombreuses espèces et présentant un facies très spécial : on trouvait même quelquefois un spécimen de ce monde singulier flottant à l'état de cadavre, de très bonne heure le matin avant que les oiseaux marins eussent recueilli ces épaves des luttes nocturnes pour la vie. Mais depuis les perfectionnements introduits dans nos opérations, des faits inattendus ont été mis en lumière progressivement et confirmés par d'autres océanographes. Et c'est seulement en 1912 que, muni du bathomètre ci-dessus mentionné, construit avec beaucoup de difficultés en Allemagne, j'obtenais la courbe exacte des niveaux que le filet avait parcourus dans une opération.

Bientôt après j'ai pu construire un filet dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une manœuvre du bord ; et cet ensemble de progrès nous a permis de montrer au moyen d'opérations exécutées le jour et la nuit, à diverses profondeurs, qu'il existe dans ces vastes espaces tout un monde bathypélagique soumis à des oscillations verticales par lesquelles certains individus sont entraînés depuis leur habitat le plus inférieur jusqu'à une cinquantaine de mètres de la surface, mais pendant la nuit seulement. Aujourd'hui nous trouvons avec facilité vers minuit et tout près de la surface, des animaux étranges que nous devions chercher autrefois, par des moyens très compliqués, vers plusieurs milliers de mètres dans la profondeur lorsque nous opérions en plein jour. Ces animaux vivent donc dans une oscillation verticale perpétuelle dont l'amplitude est de vingt-quatre heures. Nous avons aussi constaté que les animaux capables de faire ce déplacement énorme sont plutôt ceux qui figurent parmi les espèces munies d'organes lumineux.

Parmi les grandes études auxquelles je me suis livré pendant plus d'un quart de siècle afin d'éclaircir les problèmes qui intéressent la science de la mer, je citerai ici mes recherches sur les courants de l'Atlantique Nord. Ces mouvements si variés et parfois si vastes des eaux marines qui obéissent surtout à des influences météorologiques exercent eux-mêmes une action considérable sur la vie dans les mers, par la répartition du plancton qui est une masse de substance alimentaire composée de toute une faune extrêmement petite et par là incapable de se diriger elle-même au milieu des forces de la mer.

Le plancton, cette réduction des formes animales et végétales du monde marin est donc entraîné par les courants vers des régions spéciales, et suivi par des troupes d'animaux plus forts qui s'en nourrissent et qui servent eux-mêmes à l'alimentation d'une faune encore plus puissante. Et c'est ainsi que depuis les masses du plancton jusqu'aux plus grands cétacés, il s'est établi dans le monde vivant de la mer, un cycle immense où l'on voit la vie renaître constamment de la mort, dans le milieu des eaux qui cherchent leur équilibre. Les courants exercent ainsi une influence suprême sur les bancs de sardines ou de harengs ou bien sur d'autres auxquels ils fournissent leur nourriture dans des conditions telles qu'une fois, ayant examiné l'estomac d'un de ces poissons, nous avons pu estimer à vingt millions le nombre de péridiniens qui s'y trouvaient à ce moment-là.

Je vois aussi par l'ensemble des faits que nous établissons toujours plus clairement sur l'histoire des organismes marins qu'ils dégagent des raisons puissantes pour nous permettre de fixer dans la mer le berceau de la vie. Je vois s'estomper sur l'horizon du savoir humain, l'enchaînement des espèces issues les unes des autres dans les rapprochements de leur répartition entre la surface et le fond. Et si je compare ce monde resté homogène à travers les âges, avec les animaux plus divisés qui occupent un seul plan à la surface de la Terre, comme s'ils étaient des échappés de l'Océan, il me semble que leur évolution ralentie mène toute cette faune terrestre vers une extinction plus rapide, à cause du milieu instable et léger où quelques groupes tels que les mammifères pinnipèdes et cétacés n'ont même pas pu acquérir toute l'adaptation nécessaire et sont restés entre les deux avec des moyens de respiration et de locomotion incomplets.

Mines errantes. — Comme j'avais observé les courants de l'Atlantique Nord pendant vingt années au moyen d'expériences considérables basées sur le flottage organisé, lorsque la guerre allemande est venue, je me suis vu tout préparé pour la recherche de ce que deviennent les mines errantes détachées des champs qui bientôt garnirent les côtes des deux continents. J'ai repris mes anciennes formules qui m'avaient permis de construire une carte des grands courants qui longent ou qui unissent l'Europe et l'Amérique, et, grâce à la similitude du flottage des mines et de celui dont je m'étais servi pour mes études antérieures, il m'a été possible de livrer récemment aux navigateurs de l'Atlantique Nord une carte très exacte de la marche suivie par ces redoutables engins. On peut voir sur ce travail un cycle immense dont les Açores occupent le centre et que les mines parcourent dans une période de quatre années environ qui leur est nécessaire pour réaliser ainsi un voyage d'aller et retour entre la Manche, les Iles Canaries et les Antilles.

Mes calculs pour ce travail sont exacts comme pour la direction et la vitesse des courants, puisque les Bureaux hydrographiques et météorologiques des deux côtés de l'Océan constatent le passage ou la rencontre des mines sans aucune différence avec ce que j'avais annoncé aux navigateurs en leur indiquant les zones les plus dangereuses et les routes les plus sûres. Les deux ordres de résultats se contrôlent mutuellement à trente-cinq années de distance.

Biologie. — J'ai tâché d'obtenir quelques notions concernant les conditions d'existence et la physiologie d'une faune reléguée aux grands fonds de la mer, sur la vase froide qui fait de ces territoires une région désertique en apparence : là où les rayons du soleil ne portent rien de ce qui vivifie notre monde aérien, là où il semble que la mort devrait être la maîtresse absolue. Le moyen le plus puissant consistait à y descendre de grandes nasses pour capturer avec l'attrait des amorces, les animaux qui, s'ils existaient si bas sous les eaux, ne devaient pas y trouver une alimentation bien riche.

Les informations rapportées par mes engins sur ce monde abyssal sont intéressantes à plusieurs titres.

D'abord une loi qui, dans le monde, constitue la règle générale, la loi du plus fort qui préside à la destruction comme à la prédominance des espèces, règne ici avec une grande intensité à cause des difficultés de l'alimentation. Et c'est peut-être une raison pour laquelle les espèces y semblent peu nombreuses tandis que les individus, fort souvent, pullulent. Ainsi le poisson nommé « *Simenchelys parasiticus* » est quelquefois en si grand nombre sur les fonds de 1.500 mètres, que dans une circonstance j'en ai vu remonter plus de onze cents avec une nasse.

De même pour certains crustacés du genre crevette j'en ai eu jusqu'à un millier dans une nasse.

Je tiens à indiquer ici quelques phènomènes se rapportant à l'orientation chez les animaux, dans leurs rapports avec la mer.

Une de mes opérations, exécutée vers 1.500 mètres de profondeur et avec une grande nasse, m'a montré, lorsque cet appareil rapporta, non seulement de très grands crabes « Geryon » pris dans l'intérieur, mais encore un certain nombre de ces mêmes crabes accrochés librement à l'extérieur, l'embarras que ceux-ci ont dû subir par un manque de résolution survenu chez eux au moment où la nasse quittait le fond. Il s'agissait de crabes uniquement marcheurs et que leur séparation subite du fond sur lequel était posé l'appareil priva de la détermination nécessaire pour regagner leur milieu en se laissant tomber simplement de la toute petite hauteur qui les en séparait d'abord. Ils se laissèrent monter sur quinze cent mètres de hauteur, jusqu'à la surface malgré la gêne que devait leur faire éprouver le changement de température et la décompression, car ils arrivèrent tout à fait vivants.

Une autre fois ayant rencontré dans la Méditerranée, entre la Corse et la France, une grande baleine qui semblait se rendre vers un but déterminé, je l'ai accompagnée avec mon navire la *Princesse Alice* et en me tenant à son côté. Pendant six heures elle a suivi la même route marquée au compas, sans dévier de plus de deux ou trois degrés, parcourant ainsi et sans aucun objet visible pour la guider, une quarantaine de kilomètres. De plus ses plongées et sa respiration en surface, chronométrées, ne donnaient pas de différences sensibles : 10 min. sous l'eau et ensuite 6 à 8 respirations. Enfin j'ai toujours constaté chez les oiseaux terrestres qui franchissent la mer dans leurs migrations, des faits indiquant une désorientation complète dans certaines circonstances ; c'est quand ils sont sortis de leur route vers le Nord ou vers le Sud sans que, sur la longitude où ils se trouvent, il n'existe plus aucune terre suffisamment rapprochée dans l'une ou l'autre de ces directions. Alors les oiseaux migrateurs poussés par quelque tempête au large du Continent Européen, finissent par tomber à la mer sans avoir l'instinct de chercher les terres qui se trouvent quelquefois à une petite distance vers l'Est.

D'autre part ceux qui, dans leurs efforts dirigés par le hasard, ont eu la chance de gagner l'archipel des Açores situé au milieu de l'Atlantique, n'en sont plus jamais sortis. Plusieurs de ces îles sont ainsi peuplées de bécasses, de cailles et de pigeons sauvages qui ne les quittent pas ; et on peut voir à Ponta Delgada de São Miguel une collection considérable d'espèces capturées dans ces conditions.

Pénétration des radiations lumineuses. — Pour ce qui regarde les phénomènes intéressant la lumière, MM. Bertel et Grein ont fait au Musée Océanographique de Monaco des recherches très importantes sur la pénétration de diverses radiations lumineuses dans la profondeur des eaux marines. M. Grein, en particulier, a pu obtenir une impression photographique sur des plaques très sensibles exposées de 10 h. à 13 h. et à la profondeur de 1.500 mètres.

On peut formuler ainsi les principaux résultats obtenus. Si nous désignons par 1.000 la quantité de radiations lumineuses qui descend à 1 mètre, nous trouvons qu'à 5 mètres il n'y a plus que 3,7 de rouge et à 50 mètres plus que 0,0021 ; à 5 mètres il n'y a plus que 2,5 de jaune orangé, à 100 mètres plus que 0,001.

Pour le vert il reste 250 radiations à 5 mètres et 0,0003 à 1.000 mètres.

Le bleu donne 450 à 5 mètres et 0,0001 à 1.000 mètres. Le bleu violet a encore 866 à 5 mètres ; 0,003 à 1.000 mètres et 0,00001 à 1.500 mètres.

On savait déjà que les radiations lumineuses étaient absorbées dans l'ordre précédent mais on ignorait dans quelles proportions elles atteignent les diverses profondeurs. M. Grein a établi, en outre, dans quelles proportions relatives se trouvent les diverses radiations lumineuses pour une même profondeur : ainsi à 1 mètre de profondeur il y a 96,7 pour 1.000 de rouge, 165,7 de jaune orangé, de vert et de bleu vert ; 198,9 de bleu, 207,3 de bleu violet. A partir de 1.000 mètres il n'y a plus que du bleu ; après 1.500 mètres que du bleu violet.

Toutes ces données sont précieuses pour l'étude des êtres qui vivent aux divers niveaux de la profondeur dans l'Océan. Elles forment donc une question de biologie qui présente le plus grand intérêt.

Anaphylaxie. — C'est le Docteur Charles Richet assisté du Docteur Portier qui ont mis sur mon navire les faits suivants en lumière :

1° Les tentacules de certains animaux marins tels que la Physalie provoquent, par leur simple contact, une irritation et une hypoesthésie locales ; en injectant des extraits de ces tentacules au chien, au pigeon, etc., on plonge ces animaux dans un état, plus ou moins prolongé, de demi-narcose consciente pendant laquelle ils restent absolument insensibles à la douleur. Richet et Portier ont appelé cette substance analgésiante Hypnotoxine.

2° En expérimentant avec des extraits de tentacules de certaines anémones de mer, Richet et Portier trouvèrent que les chiens qui avaient reçu une injection de cet extrait devenaient excessivement sensibles à l'action d'une seconde dose. Ces chiens pouvaient être tués par une quantité qui représentait seulement une fraction de la dose fatale pour un chien non traité. Ils appelèrent Anaphylaxie cet état de sensibilité anormale du sujet à l'action de certaines substances, celles-ci pouvant être des albumines étrangères de toute espèce, animales ou végétales, par exemple le sérum sanguin d'un animal d'une espèce différente, l'albumine de l'œuf, des substances ordinairement inoffensives comme le lait, des extraits d'organes variés, des bactéries ou des extraits bactériens (protéines bactériennes), etc.

Si, par exemple, une petite quantité de sérum de cheval, soit un centième de centimètre cube, est injectée à un cobaye elle rend le cobaye hypersensible au sérum de cheval ; cette hypersensibilité passe tout à fait inaperçue à moins qu'après un certain temps le cobaye ne soit injecté à nouveau de sérum de cheval ; dans ces conditions l'état anaphylactique se révèle par un état de « shock » avec symptômes graves amenant parfois la mort en peu de minutes.

Il y eut au début beaucoup de surprise et d'incrédulité car les savants avaient jusqu'ici, été accoutumés à regarder la réaction d'immunisation ou de diminution de la sensibilité comme la réponse appropriée d'un organisme à l'injection de substances étrangères. Il était donc étonnant que le phénomène exactement opposé pût se produire. Ainsi les lois de l'immunité étaient complètement bouleversées.

Malgré que peu d'années soient écoulées depuis le moment où cette condition d'anaphylaxie fut étudiée pour la première fois, elle est devenue maintenant un des sujets qui ont fait naître le plus de travaux dans le domaine de l'immunité. La quantité de recherches faites sur l'anaphylaxie est énorme et la littérature augmente chaque jour.

C'est un sujet de la plus grande importance pour ceux qui étudient l'immunité non seulement à cause de la portée pratique en sérothérapie, mais parce que, comme un mystère, il renferme dans ses profondeurs le secret de beaucoup de questions primordiales intéressant l'immunité et aussi parce que les recherches actuellement faites sur les phénomènes d'anaphylaxie donnent les plus grands espoirs d'élucider les questions et de découvrir une méthode pour désensibiliser l'être humain.

⁂

Hydravions pour la pêche. — Récemment un professeur de mon Institut Océanographique, M. Joubin, a indiqué l'utilisation des hydravions pour aider les pêcheurs du large en les guidant vers les colonnes de poissons qu'ils recherchent et qui eux-mêmes poursuivent de grands bancs de crustacés dont ils s'alimentent. Ainsi on a constaté, par exemple, que le germon (thon bleu du Golfe de Gascogne) est abondant aux endroits occupés par certains crustacés amphipodes (Euthemisto) colorés en rouge et dont le germon est avide. Les hydravions pourraient facilement signaler aux pêcheurs ces champs rouges qui marquent fortement certains espaces de la mer et se déplacent selon l'entraînement des courants. Ils pourraient encore signaler la présence de divers autres bancs reconnaissables à des signes différents. Par cette intervention les pêcheurs économiseraient des pertes de temps et beaucoup d'usure inutile pour leurs filets.

Destruction de la pêche. — Mais ici j'interviens moi-même avec une question dont je m'occupe depuis un certain temps et qui présente une véritable gravité : il s'agit de la pêche en général, dont la destruction s'accentue progressivement dans les mers où la pêche moderne se poursuit avec des moyens de plus en plus puissants et nombreux, tels que les chalutiers à vapeur. Ces derniers labourent maintenant le sol même des plateaux continentaux en arrachant les herbes marines et en ruinant les fonds qui conviennent le mieux à la multiplication comme à la conservation d'une foule d'espèces. Si bien que dans quelques années le gagne-pain dont vivent encore aujourd'hui des centaines de mille de pêcheurs avec leurs familles, sur les côtes européennes, aura presque disparu.

Constamment les chalutiers travaillent plus loin, plus profondément, en plus grand nombre, et transportent partout où leurs dévastations sont possibles un gaspillage qui va sans doute bien au-delà de 50 % des produits comestibles qu'ils visent. Car il faut comprendre dans cette estimation rapide les jeunes êtres que le chalut estropie et tue sur son passage, ceux qui arrivent à bord dans un état qui les rend inutilisables et intransportables dans certains cas. On signale même aux environs du banc d'Arguin sur la Côte occidentale d'Afrique un gaspillage plus intense encore et dû à des raisons d'ordre purement commercial.

Pour arrêter ce mal je propose la réunion de conférences internationales très énergiquement pourvues des pouvoirs nécessaires pour faire respecter les décisions prises. Et je conseille l'adoption du principe des cantonnements qui a toujours donné des résultats excellents pour la conservation des espèces terrestres sauvages, parce qu'il repose sur la logique et la simplicité. D'ailleurs il fait ses preuves en ce moment sur les territoires marins où la guerre a sévi et où la pêche a été suspendue pendant quelques années ; aussitôt que la pêche y a été reprise on a trouvé du poisson en très grande abondance et des spécimens d'une taille perdue depuis une trentaine d'années.

Végétaux. — Au milieu des éléments qui forment l'harmonie du globe terrestre, il faut observer le rôle que tiennent les végétaux marins, des intermédiaires souvent placés entre le monde éteint et le monde vivant de notre planète. Si d'une part ils fournissent à de nombreux organismes la protection et la nourriture, un autre rôle important leur échoit encore : ils fixent des minéraux plus ou moins abondants au sein de la mer, et les livrent directement à l'exploitation du travail humain. Aussi conviendrait-il grandement de ménager et de cultiver ces produits de la mer qui sont aujourd'hui nos auxiliaires pour obtenir l'iode, le brome, l'algine, les sels de potasse, le chlorure de sodium, les sels de magnésie, de chaux, de fer, de manganèse. Malheureusement ils sont déjà victimes du gaspillage dans quelques lieux. On dirait que l'homme perd complètement la notion de prévoyance lorsqu'il se trouve devant la richesse. Alors il paraît subir un vertige qui le mène à la destruction radicale des choses, car il n'y a aucun produit de la nature qui puisse survivre aux entreprises irréfléchies de l'industrie humaine.

Paul Gloess a dit : « C'est dans les plantes marines que nous « trouvons et trouverons toujours plus sûrement qu'autre part ce « que, tout au moins jusqu'à aujourd'hui, en insouciants, nous « avons omis de leur demander ou qu'en prodigues, nous avons « dissipé... Le sol nourricier de la terre constamment s'appauvrit, « au fur et à mesure que le liquide nourricier de la mer s'enrichit. »

⁂

Carte bathymétrique. — Je terminerai mon inspection trop sommaire du puissant domaine créé par l'Océanographie, en parlant à cette illustre assemblée de la Carte Bathymétrique de toutes les mers du Globe, dont j'ai entrepris la construction depuis le Congrès International de Berlin en 1899. J'ai compris alors que ce travail était nécessaire comme une base et comme un programme de la grande œuvre à laquelle j'ai consacré ma vie. C'est le Commandant

Bourée à qui j'ai confié la direction de cette entreprise ; et dès aujourd'hui on peut voir combien elle était nécessaire. Tous les centres hydrographiques et océanographiques du monde l'ont compris, aussi m'envoient-ils une documentation abondante sur ce sujet.

Cette carte en 24 feuilles au millionième, mesure, sans les calottes polaires, 2 m. 40 × 4m. Les courbes isobathes sont celles de 200 m., 500 m., 1.000 m., 2.000 m., etc. Les surfaces comprises entre deux courbes de niveau consécutives sont teintées en bleu de plus en plus foncé. Elle montre instantanément les régions océaniennes dont la profondeur est encore ignorée.

Si l'on ne possédait pas un système plus rapide pour opérer des sondages, que celui qui exige chaque fois l'arrêt du navire pour envoyer une sonde sur le fond, il faudrait encore bien des années pour achever un tel travail, mais la méthode de M. Marti, ingénieur hydrographe de la Marine Française, permettra sans doute bientôt de réaliser des lignes de sondages presqu'avec la vitesse d'un navire en marche.

M. Marti obtient l'inscription sur un enregistreur très sensible, d'une petite explosion produite toujours dans les mêmes conditions. Cette inscription se produisant de même pour l'écho renvoyé par le sol sous-marin permet de mesurer avec plus de précision qu'avec toute autre méthode la profondeur cherchée. Il serait à souhaiter que la méthode de sondage de M. Marti fût employée partout. Appliquée aux petites profondeurs elle rendrait beaucoup de services à la navigation ; quant à ma carte bathymétrique, elle serait bien vite terminée.

⁂

Ballons sonde. — J'ai fait entrer dans le domaine de l'Océanographie, tout au moins quant à présent, l'étude des phénomènes observés dans la haute atmosphère qui plane au-dessus des océans. Il paraît évident que ces espaces reçoivent de la mer les principaux éléments de leur activité, quand on songe aux effets de l'évaporation immense et des vents qui brassent continuellement la surface des eaux.

C'est avec beaucoup de difficulté que nous sommes parvenus à recueillir des observations concernant la vitesse et la direction du vent, la température et l'humidité de l'air jusqu'aux altitudes de 25.000 mètres, et pendant plusieurs années j'ai poursuivi les expériences fragiles que comportent ces recherches, au moyen d'instruments en aluminium très légers, à la construction desquels le professeur Hergesell qui m'accompagnait avait participé. Ainsi que l'avaient déjà fait les Américains Edy et Rotch, j'ai d'abord confié mes instruments à des cerfs-volants qui les emportèrent jusqu'à 4.500 mètres. Bientôt j'ai abandonné ce moyen pour en employer un nouveau qui, à terre, donnait des résultats satisfaisants aux français Hermite et Bezançon. C'était un système de deux ballons conjugués, inégalement gonflés, dont l'un portait les instruments tout en étant moins gonflé que l'autre. Quand ils parvenaient à une certaine altitude, le plus gonflé éclatait par la dilatation du gaz qu'il contenait, tandis que le second, insuffisant pour soutenir seul le poids des instruments, redescendait vers la mer. J'ai pu faire monter mes appareils jusqu'à l'altitude de 14.000 mètres. La plus grave des difficultés que ces opérations présentaient a toujours consisté dans la découverte du ballon porteur des instruments et après sa descente sur la mer, le point de chute se trouvant quelquefois à 50 ou 100 milles du point d'ascension et dans une direction toute différente de celle indiquée par le vent des couches inférieures. D'autre part le système entier suivi par le bateau et successivement localisé pendant tout le temps que sa visibilité durait, disparaissait ensuite sans qu'on pût connaître désormais l'effet des vents qui l'emportaient.

A bord de la *Princesse-Alice II* nous résolûmes ce problème par des calculs spéciaux qui permettent de marquer sur une carte, et dès que la visibilité du ballon a disparu, un point très approximatif sur lequel il faut marcher pour rencontrer infailliblement l'objet cherché. Grâce à une conception ingénieuse du Professeur Hergesell, ce ballon resté seul, se maintenait avec les instruments, à 50 mètres au-dessus de la mer, par la force ascensionnelle que lui rendait un lest pendu au-dessous de lui et dès que celui-ci touchait la surface de l'eau.

En nous servant de ballons beaucoup plus petits, de 1 mètre environ, non porteurs d'instruments et dont la marche était mesurée par des observations faites au théodolithe pendant que leur visibilité durait, nous avons réussi, dans les régions arctiques, à déterminer la vitesse et la direction du vent dans les couches supérieures de l'atmosphère jusqu'aux 25.000 mètres cités plus haut. Alors notre ballon se trouvait, en ligne droite, à 80 kilomètres de nous ; et si une telle visibilité pouvait se produire c'était à cause de la limpidité de l'atmosphère arctique libre de poussières et de vapeur d'eau.

Cette même limpidité m'a permis un jour de suivre facilement les actes de quatre personnes que j'avais envoyées en mission sur un champ de neige situé à 40 kilomètres de moi vers l'intérieur du Spitsberg.

Aujourd'hui donc, je puis lancer en pleine mer un ballon de deux ou trois mètres, muni d'instruments, et le retrouver mathématiquement après un très long chemin qu'il aurait fait dans une direction totalement ignorée.

Conclusions. — Je vous disais plus haut que j'ai intéressé ma vie aux recherches de l'anthropologie comme aux études océanographiques : mes conjectures sur la naissance de la vie dans la mer entraînaient forcément comme conséquence la formation d'un groupe d'êtres capables de subir les lois de l'évolution dans un sens qui les conduisît vers l'ensemble synthétique devenu la forme humaine.

Il fallait dès lors chercher dans les séries animales de la mer, vivantes ou fossiles qui vécurent la même vie, quels indices peuvent éclairer une semblable question. De quels ancêtres marins est venue la lignée des quadrumanes anthropoïdes à laquelle on peut demander le secret de l'acte auquel nous participons maintenant ?

Au milieu de ces préoccupations, j'ai voulu fonder dans les conditions d'indépendance nécessaires au développement de la vérité scientifique, une maison où l'anthropologie pût grandir librement dans la culture que lui donneraient les serviteurs les plus sûrs de cette science. Et j'ai créé auprès de l'Institut Océanographique de Paris, l'Institut de Paléontologie humaine, où, sans faire des collections encombrantes, les professeurs étudient tous les matériaux que des fouilles amènent jusqu'à nous.

Je viens chez vous pour mieux vous exprimer ma joie et ma fierté de la grande faveur que vous m'avez faite en m'attribuant la médaille qui commémore une œuvre d'océanographes. Rien ne pouvait mieux honorer les efforts auxquels j'ai consacré ma vie pour ne pas laisser plus longtemps l'esprit des hommes ignorer tout ce qui intéresse la science de la mer, quand il avait déjà pénétré tant de secrets de la Terre, d'une parcelle infinitésimale de l'Univers.

Mais j'ai voulu aussi vous apporter la parole de nos hommes de science, qui veulent entraîner le monde vers plus de civilisation en luttant contre l'influence atavique des générations ignorantes : c'est un cri de révolte contre ceux des peuples européens dont la nature chargée de barbarie mal éteinte veut répandre sur nous une atmosphère étouffante d'impérialisme et de militarisme.

Au moment où des heures périlleuses reviennent sur l'Europe, souvenez-vous de celles que nous avons déjà vécues ensemble pour faire régner la paix sur la liberté du monde. Devant le péril qui se redresse aujourd'hui, vos soldats tombés avec les nôtres voudraient se lever pour combattre encore ; et n'entendez-vous pas une rumeur qui suit sur la mer la rentrée de vos fils glorieux ? C'est aussi un appel des morts, l'appel des vôtres quand la botte allemande menace de revenir demain sur la Terre de France qui garde leur dépouille.

Regardez bien les fragments encore sur pied des armées féroces qui violèrent tous les sentiments d'humanité sur le sol français fleuri de vertus généreuses. Ecoutez leur langage qui, devant les pierres calcinées de Louvain et de Reims, devant l'œuvre intellectuelle de nos aïeux abattue et souillée, proclame le recommencement de la guerre sauvage pour que l'Empire Allemand retrouve les serres de son aigle déchu.

Ah ! mes chers Confrères de la science américaine, apportez plus que jamais le concours de votre prestige aux œuvres qui rapprochent les hommes dans le culte de la justice, du travail et de la liberté. Ce sont des forces dont l'union fournit la seule puissance qui puisse arrêter les ennemis de l'Humanité quand ceux-ci agissent sous l'empire d'un orgueil qui vient de dévorer dix millions d'hommes sans peur et sans reproche. Mais n'oubliez pas que la force est la seule défense certaine contre les retours de l'instinct barbare.

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

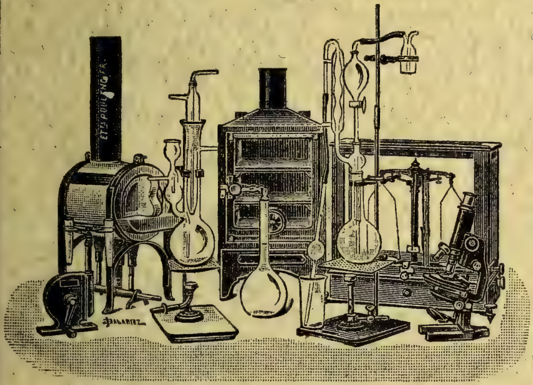
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

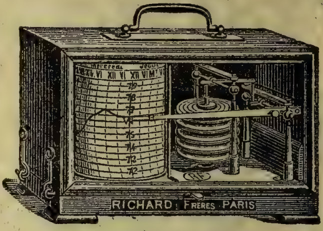
Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

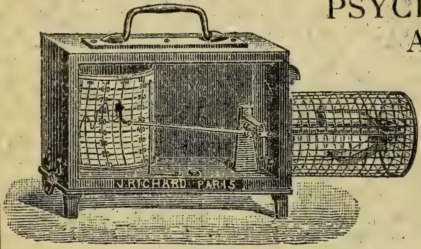
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

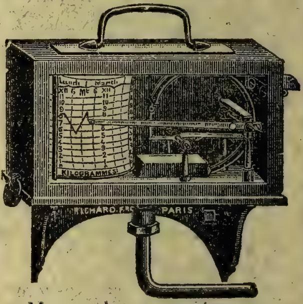

Baromètre enregistreur



Thermomètre enregistreur

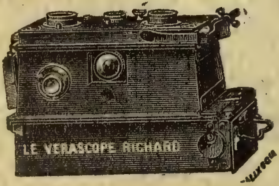
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.

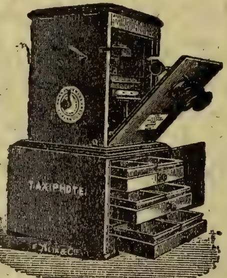
BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.



Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour





- VÉRASCOPE -
GLYPHOSCOPE
- TAXIPHOTE -

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue
Paris

15,3,20

N° 393. 14 Juillet 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
254181
National Museum

Sur la mesure directe des courants marins superficiels et profonds.

Par **M. J. THOULET**
Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

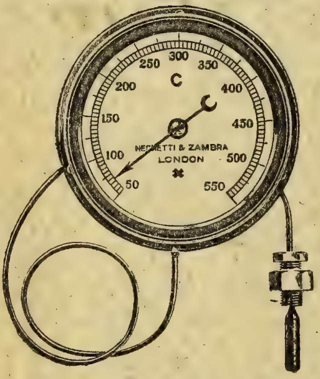
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier

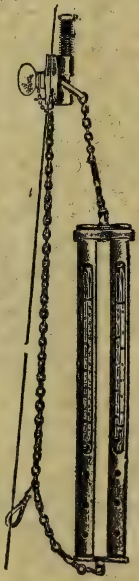


PRÉCISION
GARANTIE
à
1 % près

THERMOMÈTRE
à
DISTANCE
à
CADRAN ou ENREGISTREUR

THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

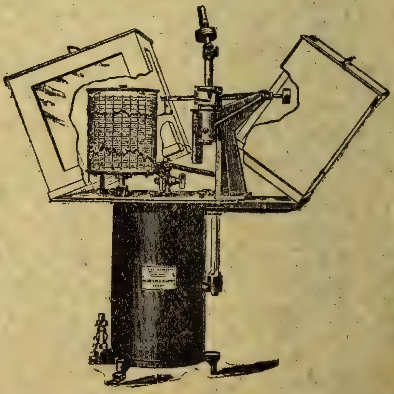
CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE



INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT I^er, Prince de Monaco)
N° 393. — 14 Juillet 1921.

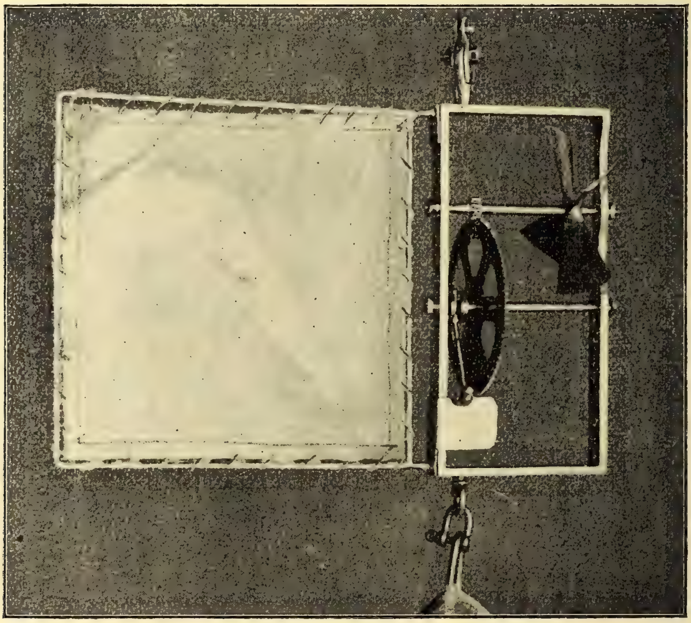
Sur la mesure directe
des
courants marins superficiels et profonds.

Par **M. J. THOULET**
Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy.

A l'époque où l'amiral Makaroff commandait le stationnaire russe à Constantinople, il imagina de se servir, pour étudier dans le Bosphore les deux courants superposés et de sens inverse qui le parcourent, d'un appareil consistant essentiellement en un axe horizontal terminé à l'une de ses extrémités par une roue à ailettes verticales tournant sous l'action du courant au sein duquel elle est plongée avec une vitesse indiquée par les chocs ralentis ou accélérés du battant d'une cloche fixée horizontalement à l'autre extrémité de l'axe. Les sons étaient perçus par l'oreille à travers l'eau peu profonde. Un instrument de ce genre pourrait rendre d'utiles services pour la mesure des caractéristiques des courants en général et en particulier pour ceux du détroit de Gibraltar assez analogues à ceux du Bosphore et séparés l'un de l'autre par une couche neutre, à la condition cependant de posséder une portée d'audition très augmentée obtenue d'abord par un câble fin en fils d'acier, bon conducteur du son, du genre de ceux dont on se sert communément aujourd'hui pour les sondages et en comptant le nombre des chocs par unité de temps au moyen de l'écouteur très simple et très rustique employé sous le nom de géophone ou de stéthoscope par les sapeurs de l'armée dans leurs travaux de mine.

Les essais que M. le Dr Richard, Directeur du Musée Océanographique de Monaco, a bien voulu exécuter en mer, ont démontré que dans ces conditions les sons étaient nettement perçus et comptés jusqu'à une profondeur de 400 mètres et même jusqu'à 500 mètres avec certaines précautions.

L'appareil frappeur se compose d'un cadre rectangulaire en fer de 25 × 12 cm. supportant deux axes superposés parallèles au plus petit côté du rectangle. L'axe supérieur porte intérieurement au cadre une roue à ailettes tournant sous l'influence du courant et d'autant plus rapidement que le courant est lui-même plus rapide. Il communique son mouvement à un pignon engrenant avec une grande roue dentée centrée sur le second axe. Celle-ci qui fait un tour entier pour 8 tours du pignon entraîne avec elle un marteau qui chaque fois vient frapper une plaque métallique vissée sur un des grands côtés du cadre. Une girouette en toile à voiles huilée oriente l'appareil dans le sens du courant tandis qu'un poids en plomb l'équilibre et lui sert de lest.



Quand un navire ou plutôt une embarcation qui offre moins de prise au vent et à la dérive qui en est la conséquence va contre un courant, on sait que l'hélice du loch tourne plus vite que s'il n'y avait pas de courant ; elle tourne au contraire moins vite si l'embarcation marche avec le courant. Il en sera de même avec un makaroff. Lorsque le navire suivra le courant avec la même vitesse que celui-ci, le makaroff restera silencieux. Il devra donc avec une vitesse faible et surtout constante marcher successivement dans toutes les directions, en d'autres termes décrire par courtes lignes droites successives une sorte de circonférence et noter la direction suivant laquelle les chocs de son makaroff seront les moins fréquents. Il sera dans la direction du courant. Il marchera alors dans cet azimuth en faisant varier sa vitesse jusqu'au moment où son makaroff deviendra silencieux ou tout au moins donnera le minimum de coups. A ce moment sa vitesse sera exactement celle du courant et ce dernier sera par conséquent complètement déterminé en direction et en vitesse. Ou bien encore, le bâtiment marchant à la même vitesse dans le sens même du courant et dans le sens opposé, la vitesse du courant sera la demi-somme des deux vitesses mesurées par le loch. La meilleure manière d'opérer sera celle enseignée par des expériences d'essai faites en vue d'une côte avec des repères.

S'il s'agit de mesurer des courants profonds, le plus simple sera d'immobiliser le bâtiment. En procédant comme les Américains pendant qu'ils étudiaient le Gulf-Stream, on pourra mouiller sur une ancre tenue par un câble d'acier. Le *BLAKE* a réussi à le faire jusque par 2180 brasses ou 4000 mètres.

On peut encore mouiller une drague ou une nasse sur le câble de laquelle viendra s'amarrer l'embarcation où se font les mesures.

Il serait encore possible de s'immobiliser en pleine mer par temps calme en employant un poids lourd ou une ancre flottante.

En 1837, pendant son expédition dans les régions polaires antarctiques, Dumont d'Urville à bord de l'*ASTROLABE* exécuta en plein Océan Atlantique des mesures de courant par un canot immobilisé au moyen d'un poids de 45 kg. suspendu à une ligne de 45 brasses. Le courant lui-même était mesuré à l'aide du loch.

Il serait probablement plus commode de faire usage d'une ancre flottante en s'inspirant du trace-vagues de Froude. On sait que cet instrument consiste en une toile à voile huilée, tendue sur une croix de Saint-André en bois horizontale, lestée par un poids aussi lourd que possible et suspendue à un câble fin d'acier pour sondage d'une force portante de 240 kg. auquel on donnerait une grande longueur. Le système serait terminé par une bouée Bouguer, simple cône en tôle, munie d'un drapeau et de volume capable de soutenir le poids total. Cette bouée ras sur l'eau offre la forme donnant la moindre prise au vent et au courant régnant dans la zone immédiatement superficielle. Enfin, dans le but de rendre la remontée moins pénible, il ne serait pas difficile d'adopter pour les branches de la croix de Saint-André un dispositif analogue à un parapluie soutenu en haut et en bas d'une sorte de manche, par quatre cordelettes et qu'on fermerait avec un messager envoyé d'en haut.

La question de la mesure directe des courants en pleine mer encore si peu étudiée et pourtant si importante mériterait bien que quelques essais fussent faits en vue des côtes alors qu'il est si facile de se repérer et d'obtenir des mesures rigoureuses.

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

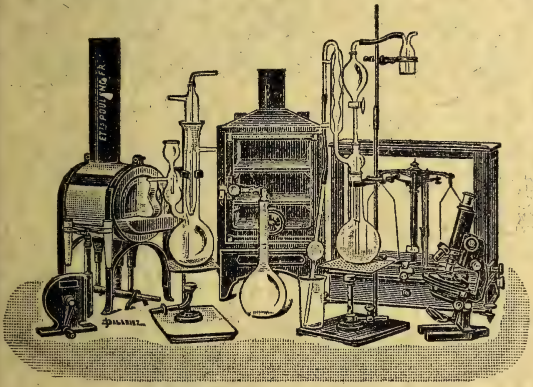
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE — VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

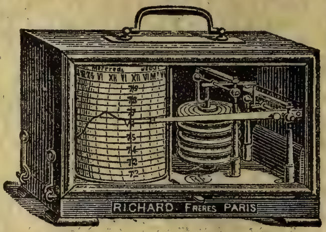
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

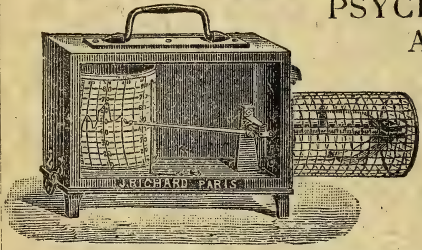
VII, 1920.

ENREGISTREURS

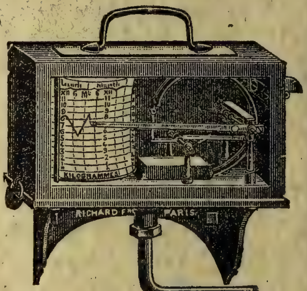
pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

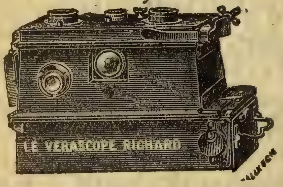

RICHARD FRERES PARIS
Baromètre enregistreur

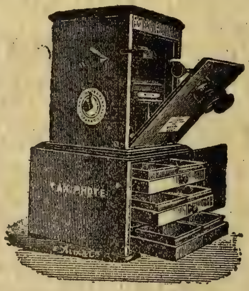

J. RICHARD PARIS
Thermomètre enregistreur

OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRERES PARIS
Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VERASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

Nos 394-395. 15 Juillet 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

Circulation Océanique.
Densités *in situ* et Indices de Réfraction

par J. **THOULET**
Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy.

ET

La détermination de la densité de l'eau de mer par la mesure de l'indice de réfraction.

par C. **VAURABOURG**.
Chef des Travaux pratiques d'Optique à l'Ecole municipale
de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris.

Smithsonian Institution
254181
OCT 29 1921
National Museum.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

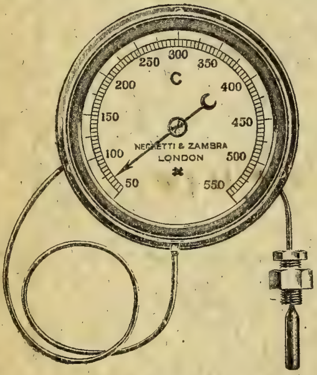
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier



PRÉCISION
GARANTIE
à
1 % près

THERMOMÈTRE
à
DISTANCE
à
CADRAN ou ENREGISTREUR

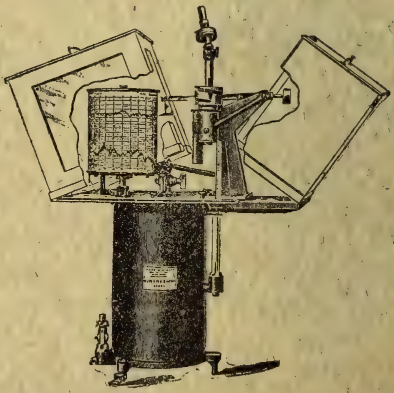
THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE

INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT I^{er}, Prince de Monaco)
N° 394. — 15 Juillet 1921.

Circulation Océanique.

Densités *in situ* et Indices de Réfraction

marie Julienne G.

par J. THOULET

Professeur honoraire à la Faculté des Sciences de Nancy.

Pour l'étude de la circulation océanique et de divers autres phénomènes relatifs à l'océan on a besoin de connaître le poids spécifique d'un échantillon d'eau de mer c'est-à-dire le poids de son unité de volume par rapport au poids de l'unité de volume d'un liquide type qui, d'un commun accord, a été l'eau distillée. Dans ce cas, le poids spécifique devient la densité.

Le volume d'un liquide variant avec la température, on a dû faire choix, pour le liquide type, d'eau distillée d'une température type qui, malheureusement pendant longtemps, n'a pas été la même pour les divers observateurs.

Si l'on représente la densité d'un échantillon d'eau de mer par un symbole de la forme $S^{t}{}_{\tau}$ dans lequel t est la température de l'échantillon, variable selon les circonstances, et τ celle du liquide type qui doit demeurer toujours la même, les Allemands, les Russes et les Scandinaves ont choisi $\tau = 17.5°$ (17.5° C = 14 R), les Anglais ont pris $\tau = 15°$ (température moyenne de l'air dans un laboratoire) et 15.56° (15.56° C = 60° F), d'autres 0° (température de la glace fondante), d'autres comme la France, se conformant aux prescriptions du système métrique, ont adopté + 4° C, température de l'eau distillée à son maximum de densité. Cette dernière température type tend de plus en plus à être acceptée par tous les océanographes et c'est elle que nous emploierons. Le symbole de la densité d'un échantillon d'eau de mer à une température quelconque t sera figuré par σ^{t} (ou σ_{t}).

Néanmoins si l'on avait à passer, pour un même échantillon, d'un symbole exprimé par rapport à une certaine température type τ à son symbole basé sur une autre température type τ', on trouverait dans Krümmel (1) les formules assez compliquées permettant de résoudre le problème. La véritable difficulté dans ce cas n'est pas tant la série de calculs longs et fastidieux indispensables pour comparer entre elles les données d'auteurs différents que l'obligation de se rappeler la température type adoptée par chacun d'eux et, s'il n'en est pas ainsi, d'être forcé de rechercher dans les diverses publications celle où il indique une fois pour toutes le τ choisi par lui, heureux s'il y est toujours resté fidèle.

La température t est évidemment variable à l'infini avec les circonstances mais parmi toutes celles que la densité est susceptible de prendre, il en est deux qui jouent un rôle tout spécial : la température normale et la température *in situ.*

La première peut être quelconque ; il ne s'agit pour elle que d'être acceptée d'une façon générale. Elle caractérise en quelque sorte l'échantillon mort, récolté en mer, mis en flacon et conservé dans le but d'une étude ultérieure dans le laboratoire ; elle lui servira d'étiquette et permettra de le distinguer d'autres échantillons rangés à côté de lui. Il semble cependant qu'il n'y ait pas lieu à hésitation et que la température de 0°, celle de la glace fondante, s'impose. Elle est aisément obtenue partout, même à bord d'un navire et elle évite l'emploi d'appareils aussi coûteux, encombrants et délicats à régler que des étuves. Nous l'adopterons donc tout en conservant pour température type de l'eau distillée celle de + 4° de sorte que le symbole d'une densité normale sera $\sigma^0{}_4$ ou plus simplement σ_0.

La densité *in situ* θ est celle du milieu marin au sein duquel on a récolté l'échantillon au moment même de sa récolte. Il caractérise l'échantillon en quelque sorte actif, vivant, en train de jouer par rapport à d'autres éléments semblables ou différents un rôle dynamique que l'océanographe se propose d'élucider dans le but de découvrir et de formuler la loi à laquelle il obéit. Choisir dans ce cas une température normale quelle qu'elle soit serait commettre une absurdité pareille à celle d'un naturaliste qui pour étudier le mouvement chez un animal commencerait par tuer son sujet. Le symbole d'une densité *in situ* sera donc σ_θ.

Les Allemands ont popularisé l'emploi de la salinité pour caractériser une eau de mer. Il est vrai que chez les personnes peu habituées au maniement des sciences numériques telles que la physique, la notion brutale du poids de sels contenu dans un volume déterminé de un litre d'eau de mer fait image mais pour le physicien accoutumé à plus de rigueur, cette conception est vague. Le volume de 1 litre étant variable avec la température, il faut encore, tout en convenant d'une température normale, prendre en considération la température *in situ*. En outre la salinité, pour être évaluée, nécessite une analyse chimique par dosage de chlore, longue, délicate, exigeant des instruments nombreux, fragiles, assez difficiles à installer à bord d'un navire, ce qui oblige à conserver les échantillons d'eau afin de ne les étudier qu'au retour, dans un laboratoire fixe. L'analyse elle-même comporte en soi une inexactitude puisqu'il est toléré que dans le dosage du chlore on confonde le chlore avec le brome toujours présent dans l'eau de mer, sans compter d'autres difficultés (1). Tous les services que peut rendre la salinité sont susceptibles d'être rendus par la densité soit normale σ_0 soit *in situ* σ_θ. Enfin si les naturalistes tiennent malgré tout à conserver leurs habitudes de désignation, rien n'est plus facile que de passer d'une valeur de densité normale ou *in situ* à une salinité à une température quelconque en se servant, comme on le verra, de tables préalablement calculées.

---

(1) Krümmel. Handbuch der Ozeanographie. I. 234.

La densité *in situ* est évidemment la véritable caractéristique rigoureuse et complète d'une eau en mouvement. Par une heureuse fortune qu'il faut bien se garder de détruire artificiellement, elle est, en son chiffre unique, le groupement intime de deux variables antagonistes : la température qui en s'élevant dilate l'eau et la rend plus légère et la concentration due à l'évaporation qui au contraire, en augmentant d'intensité, rend l'eau plus pesante. Or la lourdeur plus ou moins grande d'un échantillon d'eau au sein de l'Océan, c'est-à-dire son poids, sa densité, est l'élément essentiel du mouvement qu'il provoque. Quelle simplification dans les raisonnements aussi bien que dans la documentation pratique que de n'avoir à considérer qu'une seule variable σ_θ au lieu de deux variables antagonistes ! Ce qu'est l'altitude mesurée par le baromètre pour reconnaître sur terre, la course d'un fleuve, sa pente, sa vitesse, la différence de niveau hydrostatique, fonction de sa différence de σ_θ, le gradient, l'est pour la pente qui détermine la vitesse d'un courant marin. A la mer, les instruments servant à mesurer les densités sont donc bien les équivalents du baromètre servant à mesurer les altitudes sur les continents. Le clef de la circulation océanique est un nivellement.

---

(1) La Commission Internationale de Stockholm, à propos du dosage du chlore dans une eau de mer par précipitation au moyen du nitrate d'argent et pesée du chlorure d'argent produit exige une approximation n'affectant pas la seconde décimale du poids de chlore au litre. Or il résulte d'une communication privée de M. Jose Giral Pereira, de l'Institut océanographique espagnol de Madrid, que dans un échantillon de 10 centimètres cubes d'eau de mer provenant de Malaga analysé dans son laboratoire, un même poids 0,8827 de chlorure d'argent donnait une quantité de chlore variant de 0,2180 à 0,2182, soit pour 1 litre, de 21.80 à 21.82 selon que l'on prenait pour l'équivalent de l'argent la valeur 107.93 adoptée jusqu'en 1909 ou le nombre 107.87 accepté depuis cette époque. M. Giral est d'avis que l'approximation imposée par la Commission de Stockholm est absolument impossible à obtenir.

Une autre considération dont il y a lieu de tenir compte est celle de l'instabilité parfois modérée et parfois très rapide d'un courant marin dont la vitesse et la direction — par exemple dans les courants de marées — peuvent subir d'importantes variations pendant un intervalle de temps très court. L'idéal, pour les bien connaître, consisterait à posséder en quelque sorte des instantanés de vitesses et de directions à des moments différents du genre de ceux établis par Marey pour ses études des mouvements des animaux. Le procédé n'est malheureusement pas applicable à la mer, mais à défaut de mieux, les mesures doivent au moins être effectuées avec rapidité. Dans les belles études des courants superposés exécutées par le *MICHAEL SARS* dans le détroit de Gibraltar à l'aide de mesures directes en divers points de la double couche liquide situés sur la même verticale au moyen du mesureur de courants d'Ekman ou indirectes d'après des récoltes d'échantillons dont la température était obtenue immédiatement, sur place, et la salinité par des dosages de chlore, il arrivait toujours que si après avoir commencé par le haut de la colonne d'eau on s'occupait aussitôt du bas, le haut se modifiait déjà fortement pendant l'opération et inversement. Nous verrons plus loin que les prises de densités peuvent être rendues tellement promptes qu'elles exigent à peine quelques instants et qu'elles se rapprochent ainsi, dans la mesure du possible, de l'idéal d'instantanéité et de simultanéité susceptible d'être atteint.

Instruments et méthodes de mesure. — Nous ne décrirons pas ici les instruments de mesure directe des courants : flotteurs libres, dragues à courants, mesureurs dont le plus connu est celui d'Ekman, appareil de Makaroff et autres. Nous nous occuperons seulement des procédés, instruments et appareils servant à cette mesure par voie indirecte d'après la détermination et la comparaison subséquente des densités de l'eau en divers points de la surface et de la profondeur de la masse liquide en mouvement.

L'instrument le plus précis pour prendre la densité d'un liquide est le pycnomètre ou flacon à densités. Mais avec lui il faut procéder par pesées ce qui n'est possible qu'à terre. On obtient ainsi la densité, bien entendu en prenant toutes les précautions nécessaires, avec une approximation de une à deux unités de la 5^e décimale.

On se sert souvent dans le même but de la balance de Mohr par immersion totale d'un flotteur au sein d'un échantillon du liquide et établissement de l'équilibre à l'aide de cavaliers disposés le long d'un bras de fléau unique. Le procédé qui ne comporte aucun calcul est rapide et exige environ 70 ou 80 cmc de liquide et comme dans les instruments perfectionnés le flotteur en verre contient un thermomètre, la température du liquide est connue avec précision et l'on obtient immédiatement une 3^e décimale exacte. Malheureusement, comme dans le cas précédent, on ne peut faire l'opération à bord d'un navire.

Quels que soient l'instrument et la méthode employés, il est indispensable de connaître avec une grande exactitude la température de l'eau au moment même où se fait la mesure et ensuite de passer à ce que deviendrait la valeur trouvée à une autre température quelconque.

Knudsen en opérant sur 8 échantillons d'eau de mer (1) ayant chacun une densité normale différente, $\sigma_0 = 1.0320000$, 1.0280000, 1.0240000, 1.0200000, 1.0160000, 1.0120000, 1.0080000 et 1.0040000 bien déterminée, a mesuré leur densité à toutes les températures usuelles entre — 2° et + 33°. Les résultats obtenus ont été disposés non en graphique mais en tables où les valeurs sont indiquées avec 7 décimales, précision quelque peu illusoire puisque, de l'aveu de Krümmel lui-même qui les reproduit dans son ouvrage classique (2), les deux derniers chiffres ne possèdent qu'une « signification de calcul ». Dans d'autres tables insérées à la suite du présent travail, Knüdsen avait donné la valeur de la salinité et de la chloruration pour toute la série des σ^0. La corrélation étant ainsi établie entre ces trois variables, il devenait possible de passer de l'une d'elles mesurée directement, la chloruration, à la salinité puis à la densité normale de l'eau à zéro et enfin à la densité de cette eau à une température quelconque σ^t. La salinité obtenue par un dosage du chlore devenait par conséquent la donnée principale et nous avons indiqué plus haut ses inconvénients. Afin de simplifier et d'abréger les calculs de passage d'une densité σ_t prise de quelque façon que ce soit à une température t à la densité du même échantillon à une autre température quelconque t', j'avais depuis longtemps déjà (3) établi et employé un graphique qui permettait d'exécuter ce travail avec une grande rapidité.

Le Prof. J. Y. Buchanan (4) a imaginé pour mesurer directement la densité des eaux de mer un aréomètre à volume et à poids variables d'une haute précision dont il a tiré parti dans ses belles études pycnométriques car il lui a permis d'énoncer les lois principales de la circulation océanique superficielle et profonde. Sans entrer dans sa description détaillée, l'aréomètre de Buchanan, au dire de son auteur, est exact à 3 unités près de la 5^e décimale. En admettant cette approximation, on a reproché à cet instrument en verre d'être volumineux, c'est-à-dire fragile et difficile à observer par mer un peu agitée sur un bâtiment rouleur. Ce reproche est immérité car je m'en suis servi par tous les temps sur la frégate la *Clorinde*, en 1886, pendant toute la durée d'une campagne à Terre-Neuve et, sur un bâtiment plus léger, il suffit d'amortir pendant l'opération les mouvements de roulis en mettant le navire droit à la lame. Un inconvénient plus grave est qu'il exige, pour fonctionner, un volume de liquide d'environ 1 litre. La difficulté n'est pas grande lorsqu'il s'agit d'une densité d'eau superficielle mais il en est autrement avec des échantillons d'eaux profondes car la bouteille Richard, la plus employée, n'a qu'une capacité de 315 cmc. Il en résulte que l'aréomètre de Buchanan n'est guère pratiquement applicable à l'étude de la circulation profonde. C'est pour servir avec cet instrument que j'ai établi le graphique cité plus haut.

---

(1) Martin Knudsen. *Hydrographische Tabellen*, 1901.

(2) Krümmel. *Handbuch der Ozeanographie* I. 233 (Die letzten beiden Dezimalen haben nur rechnerische Bedeutung).

(3) J. Thoulet. *Océanographie. Détermination de la densité de l'eau de mer.* Résultats du voyage du « S. Y. Belgica » en 1897, 1898 et 1899. Anvers 1901. Voy. aussi J. Thoulet. *Instruments et opérations d'océanographie pratique.* p. 127. Paris 1908.

(4) Buchanan. *Accounts rendered of work done and things seen.* Cambridge 1919.

En définitive pour aider à résoudre les problèmes relatifs à la circulation océanique superficielle et profonde, il fallait adopter une méthode simple, suffisamment précise, applicable à bord d'un bâtiment, d'une exécution rapide et n'exigeant que la plus petite quantité possible d'eau d'essai. Une seule répondait à ces multiples desiderata ; on devait profiter de la corrélation existant entre les valeurs des indices de réfraction des eaux de mer et la densité de celles-ci. Imaginée et essayée pour la première fois en 1877 par Hilgard, de la Marine des Etats-Unis (1), avec un instrument défectueux, elle avait ensuite été employée successivement par Tornöe qui avait même calculé des tables, par Krümmel pendant l'expédition allemande du Plankton, en 1889 par Drygalski pendant son expédition polaire antarctique et enfin par Schott à bord de la *Valdivia*. Ces diverses tentatives n'avaient pas eu de suite. Je résolus néanmoins de reprendre à mon tour le problème en l'appuyant sur de nouvelles bases, en le traitant en quelque sorte plutôt géométriquement et graphiquement qu'algébriquement.

L'instrument à employer était tout trouvé ; il existait déjà sous les deux formes du réfractomètre Abbe-Pulfrich du modèle ordinaire et du modèle dit plongeur.

Il devenait alors indispensable d'établir expérimentalement la corrélation entre les indices et les densités ou, en d'autres termes, dresser des tables et construire les courbes des variations de valeurs des indices des diverses eaux de mer entre les limites de températures usuelles ainsi que cela avait été fait pour les densités. Ce travail achevé, on confondrait les deux graphiques en un seul.

---

(1) Hilgard in U. S. Coast Survey Report for 1877. Appendix X. et Tornöe, *Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations*. Vol. 1. Kristiania 1900, n° 6.

Des difficultés matérielles venaient maintenant compliquer l'entreprise car, par ma mise à la retraite, je me trouvais dépourvu des ressources de mon laboratoire de Nancy et la guerre me privait de tous mes documents et en particulier des notes qui m'avaient permis de construire mon graphique des densités de la *Belgica*. J'eus donc recours aux tables de Knudsen et d'après elles je dressai un nouveau graphique des densités. Il comportait, ainsi que je l'ai dit, 8 courbes de densités d'eaux salées et une relative à l'eau distillée entre — 3° et + 33°. Il fallait alors, sur 8 échantillons d'eaux de mer rendus exactement semblables à ceux employés par Knudsen, c'est-à-dire ayant mêmes σ_0, mesurer avec précision les indices entre les mêmes limites de température et construire les 8 courbes ainsi que celle de l'eau distillée et les reporter sur le graphique des densités. Dans l'impossibilité matérielle d'exécuter ce travail, je priai M. Vaurabourg, Ingénieur, chef des travaux de Physique (Optique) à l'Ecole municipale de Physique et de Chimie de la Ville de Paris, de vouloir bien s'en charger. A ma grande satisfaction, il accepta cette tâche, beaucoup plus délicate qu'elle ne le semble au premier abord et je suis heureux de lui en témoigner ici ma gratitude. Il exposera lui-même, dans un mémoire spécial les difficultés qu'il a dû surmonter et la façon dont il y est parvenu. Les tables établies et les courbes d'indices tracées, on reporte à l'échelle ces dernières sur le graphique des densités.

Dès lors un indice d'eau de mer n_t étant mesuré à la température ambiante t, on obtient la densité *in situ* σ_θ de cette eau. Pour cela on commence par marquer par un point sur l'ordonnée t la valeur n_t de l'indice qui tombe entre deux courbes d'indices tracées. Sur une bande de papier appliquée contre l'ordonnée, on marque de même le point indiqué sur le graphique ainsi que ceux où les courbes d'indices coupent l'ordonnée t. Transportant alors la bande de papier avec ses trois points le long de l'ordonnée θ, dans l'intervalle plus grand ou plus petit des deux mêmes courbes, on s'arrange pour faire porter la différence constante de part et d'autre des points extrêmes indiqués sur la bande de papier proportionnellement aux espaces qui la séparent du point n_t. Enfin on indique sur le graphique la position occupée par ce point n_t et, sur la bande de papier, on marque la nouvelle position des points d'intersection avec l'ordonnée θ des deux courbes d'indices. On a ainsi n_θ. En dernier lieu, sur la même ordonnée, passant aux courbes de densités correspondantes, on partage encore proportionnellement l'espace qui les sépare et on lit sur la graduation latérale la valeur de σ_θ, position occupée en dernier lieu par le point intermédiaire porté sur la bande de papier. L'opération complète s'effectue incomparablement plus vite que sa description.

On opère de même pour trouver la valeur σ_0 de la densité normale servant d'entrée aux tables de salinités et de chlorurations de Knudsen (voy. tables), à moins que pour plus de facilité on n'ait recours à un graphique donnant spécialement le σ_0 d'après un σ_θ quelconque. L'opération totale : mesure de l'indice n_t, de l'indice n_θ, de la densité σ_θ, de la densité σ_0, de la salinité S et de la chloruration Cl se fait en quelques minutes à peine sur 5 à 6 cmc d'eau d'essai.

Avantages de la méthode. — L'emploi de la méthode offre de sérieux avantages. Donnant l'indice avec une approximation de 2 à 3 unités de la 5^e décimale, elle fournit la densité avec assurance certaine de 1/2 unité près de la 4^e décimale, approximation suffisante en pratique ainsi que nous le verrons plus loin. La mesure elle-même se faisant rapidement et sur une minime quantité d'eau, il devient loisible de réduire de la moitié ou des deux tiers la capacité des bouteilles destinées à ramener l'eau des profondeurs, par conséquent de diminuer leur poids et d'augmenter leur nombre sur un même fil de sonde. Cet avantage est particulièrement notable s'il s'agit de l'étude d'un courant en profondeur et surtout de deux courants superposés comme au détroit de Gibraltar. La bouteille Richard jaugeant 315 cmc, un volume de 100 à 150 cmc d'eau suffira pour assurer, si on le juge nécessaire pour une vérification, la possibilité d'une analyse chlorométrique après avoir obtenu d'après l'indice les déterminations indirectes de densité, de salinité et de chloruration. La récolte des échantillons se fera instantanément sur la longueur entière du fil et l'on n'aura plus à craindre les perturbations résultant des modifications incessantes des diverses caractéristiques de courants dans les diverses couches d'eau. Si l'on veut étudier la couche neutre séparant deux courants de sens inverses superposés, on pourra multiplier en les rapprochant les unes des autres les prises d'essai sur certains espaces limités dans l'épaisseur de la couche neutre ou dans ses environs immédiats où la valeur des températures et des densités offre un intérêt particulier. Enfin la méthode permettra de supprimer ou de diminuer dans une large mesure la conservation et le transport de nombreuses bouteilles à échantillons d'eau.

Correction de compressibilité. — Le symbole σ_t indique une densité d'eau prise à la surface de la mer sous la pression normale de l'atmosphère mais s'il s'agit d'un échantillon récolté en profondeur, il est évident qu'à la place qu'il occupait, sous la pression des couches d'eau susjacentes, le volume de 1 décimètre cube avait diminué d'une certaine quantité appelée coefficient de compressibilité pour 1 mètre de profondeur. On est donc obligé de faire subir à la densité σ_t une correction désignée par la lettre grecque $\varkappa$. Le véritable symbole d'une densité *in situ* profonde sera par conséquent $\varkappa\sigma_\theta$.

Sans entrer dans les détails d'une question qui n'est pas encore complètement élucidée, nous dirons qu'il résulte des recherches d'Œrstedt dès 1827, d'Aimé, Amagat, Schneider, Röntgen, Tait, Buchanan et d'autres encore, que ce coefficient n'est pas constant mais varie avec la température, la pression elle-même, la nature et la concentration des sels dissous et même l'accélération de la pesanteur et la latitude géographique du lieu de l'échantillon. Au point de vue pratique, on admet que s'il s'agit d'eau de mer, ce coefficient demeure constant et égal à 0.000047 pour une eau de densité moyenne 1.02810. Nous empruntons à Krümmel un tableau qui donne pour toutes les profondeurs comprises entre la surface et 10 000 mètres, la correction à ajouter à une σ_θ de surface.

Exemples. — Quelques exemples montreront la façon d'employer les tables et les graphiques, l'avantage d'un procédé graphique sur un calcul et donneront en même temps une notion de l'approximation pratique suffisante dans ces sortes de travaux.

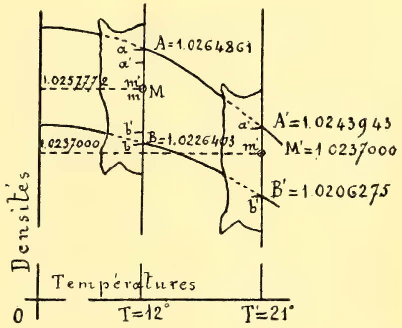


Fig. 1.

1. *Passer d'une densité d'eau de mer σ_t à une densité σ_θ.* ($\sigma_t = \sigma_{21} = 1.0237$ d'un échantillon récolté à 1727^m de profondeur, à sa densité *in situ* $\varkappa\sigma_{12}$ avec $\varkappa_{1727}$).

Sur le graphique Pl. 1, on cherche dans l'alignement vertical T' A' correspondant à t = 21°, le point m' (Fig. 1) correspondant à $\sigma_{21} = 1.0237$ qui tombe entre les deux courbes $\sigma_0 = 1.0280$ et $\sigma_0 = 1.0240$ lesquelles à 21° donnent respectivement T' A' = 1.0244 et T' B' = 1.0206. On cherche alors dans l'intervalle compris entre les deux mêmes courbes mais sur l'ordonnée correspondant à 12° un point M tel que $\frac{MB}{AB} = \frac{M'B'}{A'B'}$, d'où $MB = \frac{M'B' \times AB}{A'B'}$.

Sur une bande de papier repliée appliquée contre l'ordonnée T' A' = 21°, on marque au crayon en a' et b' les deux intersections A' et B' des deux courbes et en m' le point M' à la place que lui donne sa valeur 1.0237. On transporte ensuite la bande, toujours dans l'intervalle des deux courbes et on l'applique contre l'ordonnée TA = 12° de façon à partager également en haut et en bas la différence qui existe maintenant entre A' B' et AB. En d'autre termes on installe la bande de telle sorte que a et b coïncidant avec les points A et B du graphique, on ait aa' = bb'. On marque alors sur le graphique le point M à la place même où se trouve m' sur la bande de papier. On n'a plus alors qu'à lire la nouvelle densité sur l'axe vertical des densités et l'on trouve $\sigma_{12} = 1.0258$.

Par le calcul au moyen des tables de Knudsen à 7 décimales (1). On procédera de la manière suivante.

Prendre dans l'horizontale du tableau correspondant à $t = 21^\circ$ les deux valeurs intercalant $\sigma_{21} = 1.0237000$. Ces valeurs sont T' A' = 1.0243943 et T' B' = 1.0206275.

Prendre la différence

$$A'B' = T'A' - T'B' = 1.0243943 - 1.0206275 = 0.0037668$$

Evaluer M' B'

$$M'B' = \sigma_{21} - T'B' = T'M' - T'B' = 1.0237000 - 1.0206275$$

$$M'B' = 0.0030725$$

Calculer AB = TA — TB.

$$AB = TA - TB = 1.0264861 - 1.0226403 = 0.0038458$$

Poser le rapport

$$\frac{M'\,B'}{A'\,B'} = \frac{MB}{AB} \text{ d'où } MB = \frac{M'\,B' \times AB}{A'\,B'}$$

$$MB = \frac{0.0030725 \times 0.0038458}{0.0037668} = 0.0031369$$

Ajouter cette valeur à TB

$$\sigma_{12} = TM = TB + MB = 1.0226403 + 0.0031369 = 1.0257772$$

$$\sigma_{12} = 1.0257772$$

Le calcul avec la table à 4 décimales donnerait

$\sigma^{21} = 1.0237$
$T'A' = 1.0244$
$T'B' = 1.0206$
$A'B' = 0.0038$

$M'B' = 1.0231$
$TA = 1.0265$
$TB = 1.0226$
$AB = 0.0039$

et finalement $\sigma^{12} = 1.0258$.

Il résulte des calculs précédents que

1. Le calcul par la table à 7 décimales est long, pénible et les erreurs y sont faciles.

2. Le calcul par la table à 4 décimales est notablement moins compliqué pour arriver à un résultat identique étant donnée l'erreur inévitable sur la détermination de la température

---

(1) Krümmel. *Handbuch der Ozeanographie* I, 232.

in situ, celle sur la température dans l'air et l'erreur expérimentale générale. La précision apparente des 7 décimales est par conséquent absolument illusoire (1).

La correction de compressibilité n'offre aucune difficulté. Il suffit en effet d'ajouter à σ_t la somme des corrections inscrites sur le tableau spécial relatives à la profondeur de 1727 mètres à laquelle se trouvait l'échantillon *in situ*.

σ_{12} = ...	0.0258
pour 1500^m..................	0.00698
pour 200^m....................	0.00092
pour 20^m......................	0.00009
pour 7^m.......................	0.00003
	1.03382

On a donc finalement $\varkappa\sigma_\theta = 1.0338$.

La densité et la circulation océanique. — On sait que lorsque deux liquides dont la densité est différente sont contenus dans deux vases communiquants le niveau pour chacun d'eux est à une hauteur en raison inverse des densités de telle sorte que le niveau du liquide le plus léger est plus élevé que celui du liquide le plus lourd. Si l'on pouvait subitement réunir les deux vases en un seul, il se produirait un écoulement du liquide le plus léger vers le liquide le plus lourd et un niveau d'équilibre ne tarderait pas à s'établir plus bas que ne l'était le liquide le plus léger et plus haut que ne l'était celui du liquide le plus dense. Il en est de même des eaux océaniques. Les eaux côtières moins salées et par conséquent plus légères grâce à l'afflux des eaux douces des fleuves sont à un niveau plus élevé que les eaux centrales alourdies par leur concentration en sel due à l'évaporation. Il se fait par conséquent des premières vers les secondes un courant continu possédant une importance directement proportionnelle à la différence des densités des unes et des autres.

Il résulte de ces principes que de même qu'une hauteur barométrique fournit une cote de nivellement d'altitude continentale, une densité *in situ* superficielle peut être considérée comme une cote d'altitude océanique. Quand on connaît deux de ces cotes continentales ou marines, en les joignant, on fixe une pente ou gradient qui, dans un cas, donnera la pente du sol entre les deux points terrestres et dans l'autre cas la pente de la surface de la mer entre les deux points océaniques. La première règlera la vitesse du cours d'eau qui la suit et il en est de même pour la seconde qui, abstraction faite de toute autre cause modifiante, impose l'existence d'un courant de la

(1) Voy. plus loin les deux cartes de l'Atlantique Nord montrant que les lois de Buchanan relatives à la circulation océanique superficielle et profonde sont reconnaissables avec 3 décimales seulement.

plus haute — l'eau moins salée — vers la plus basse — l'eau plus salée. La vitesse du courant est d'autant plus grande que la pente est plus abrupte ou, en d'autres termes, que pour une même distance, la différence de densité entre les liquides est plus considérable.

Le gradient pycnométrique, par analogie avec le gradient barométrique, pourrait être mesuré par une fraction ayant pour dénominateur la distance en kilomètres séparant les deux points et pour numérateur la différence entre les nombres représentés par l'ensemble de la 3^e^ et 4^e^ décimale de la densité de chacun d'eux mesurée en millimètres.

Pour se rendre compte du relief des accidents montagneux, on établit d'après les mesures barométriques des profils en long qu'on reporte sur le plan horizontal de la carte. De même pour les reliefs océaniques, on tracera des coupes ou profils en long qui, sur le graphique, devront être évidemment indiqués en sens inverse des profils en long terrestres puisque les densités plus faibles sont marquées plus hautes que les densités d'une valeur numérique plus élevée. Au sein même de la masse des eaux océaniques on tracera sur des plans parallèles d'égale profondeur les courbes isopycnes remplaçant les courbes isohypses des continents et fournissant les éléments nécessaires à l'étude de la circulation océanique profonde.

Nous choisirons comme exemple de ces représentations figurées les deux cartes isopycnes de surface et à la profondeur de 300 brasses (549^{m}) de l'Océan Atlantique Nord telles qu'elles résultent des densités *in situ* prises pendant la campagne du *CHALLENGER* et la section densimétrique passant par la droite AB qui jalonne sensiblement le plus grand nombre de stations sur la route suivie par le vaisseau à travers cet océan (Fig. 2, 3, 4, 5). Cependant avant de passer à l'étude plus détaillée des avantages qu'est susceptible de présenter la détermination des densités *in situ* de l'eau de mer par la méthode des indices, il ne sera pas inutile d'exposer en un court résumé la belle théorie de la circulation océanique due à Buchanan, basée sur cette même méthode des densités *in situ* mesurée à l'aréomètre. Nous connaissons déjà les inconvénients qui résultent de l'emploi de l'instrument précis quoique d'un maniement un peu lent et exigeant pour fonctionner un volume d'eau trop considérable surtout lorsqu'il s'agit d'eaux profondes.

D'après Buchanan, la circulation océanique a pour cause initiale la chaleur solaire et pour causes secondes immédiatement dérivées de la première, le régime des vents puis l'évaporation, la température et la salinité représentées conjointement par la densité *in situ*. Nous citerons plus loin d'autres causes en général moins importantes bien qu'elles puissent parfois jouer un rôle particulièrement actif.

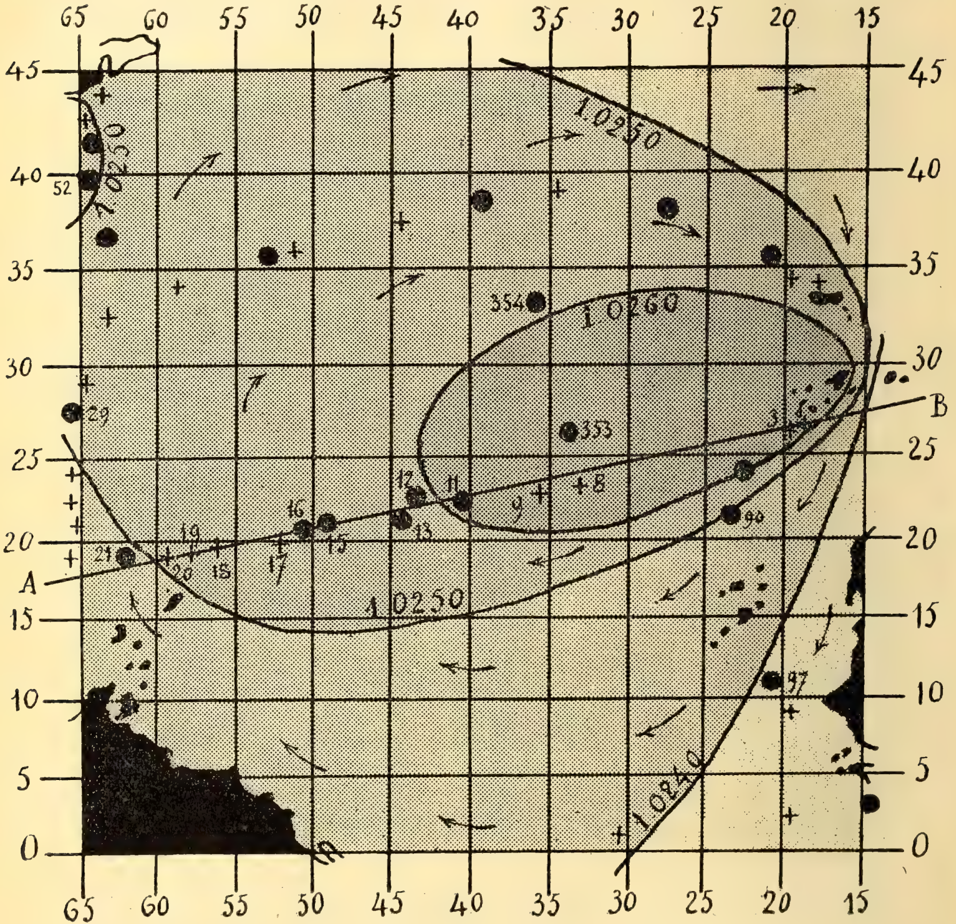
Dans ces conditions, les vents froids et secs venant des pôles et se dirigeant vers l'Equateur sont déviés par la rotation terrestre dans la direction du N. E. dans l'hémisphère septentrional et dans celle du S. E. dans l'hémisphère Sud. De plus en plus altérés d'humidité par suite de leur réchauffement pendant leur course au-dessus de continents de plus en plus chauds, ils les dépouillent de leur humidité, les dessèchent et les transforment en déserts. Tous les déserts se rencontrent en effet sur la route des alizés : le Sahara, les déserts asiatiques, ceux de l'Arabie et de l'Amérique du Nord, puis ceux de l'Australie, de la côte ouest de l'Afrique et de l'Amérique du Sud dans l'autre hémisphère. Arrivés sur les océans ils agissent en poussant devant eux l'eau des côtes Est vers les côtes Ouest et en continuant l'évaporation qui atteint son maximum au Nord et au Sud de l'Equateur dans l'Atlantique et le Pacifique Nord et Sud et dans l'Océan Indien entre l'Australie et Madagascar. Il se fait ainsi sur l'Océan tout entier cinq grands centres de densité maximum.

Le long des côtes généralement à l'Ouest des continents, juxtaposées à des déserts (Sahara, Afrique du Sud, Chili et Pérou, Californie, Australie occidentale), c'est-à-dire recevant les premières la poussée des vents réguliers, où souvent de grands fleuves apportent le tribut de leurs eaux douces en conséquence du principe de la différence de niveau de liquides de densités différentes contenus dans des vases communiquants, il s'établira un courant superficiel dirigé de la périphérie vers le centre océanique de densité maximum et même aussi au-delà, le vent aidant, jusqu'à la rencontre d'une côte faisant face à l'Orient. Pour remplacer l'eau qui s'est éloignée, il se crée alors un courant de compensation vertical de bas en haut d'eau froide le long de ces côtes qu'on pourrait appeler de départ et au contraire un courant vertical de haut en bas, probablement beaucoup moins profond, d'eau chaude le long des côtes d'arrivée. Ces dernières sont presque partout, quand d'autres causes ne s'y opposent pas, caractérisées par la présence de coraux. A ne considérer que l'Atlantique Nord, d'étendue relativement médiocre, le centre de densité maximum étant, comme l'indiquent les densités superficielles, au voisinage de la mer des Sargasses, la côte du Maroc et du Sénégal, juxtaposée au Sahara, sera le siège d'une montée verticale froide et il en sera de même aux Etats-Unis où cette montée, le « Cold Wall » sera encore activée par l'effet de trompe du Gulf-Stream de sorte que l'on ne trouvera de coraux qu'aux Bahama, point isolé sous l'influence spéciale du Gulf-Stream. On pourra ainsi, dans chaque cas particulier expliquer les courants verticaux côtiers froids ou chauds et, dans ces derniers, la présence de coraux (1).

---

(1) J. Y. Buchanan. *Accounts rendered of work done and things seen* p. 111 et suiv.

La fig. 2 est une réduction d'une portion de la feuille A. I. de l'atlas bathymétrique des océans du Prince de Monaco comprise entre 15° et 65° long. W. (Greenw.) et 0° et 45° lat. N. Les terres (Nouvelle-Ecosse au N. W., l'extrême bord oriental du continent de l'Amérique du Sud, les Guyanes avec les embouchures de l'Orénoque et de l'Amazone, sous l'Equateur; au S. W., Madère, les Canaries, les îles du Cap Vert et l'Ouest du continent Africain, le cap Blanc et le cap Vert jusqu'aux îles Bissagos, sont uniquement destinées à servir de points de repère. Les stations portent les mêmes numéros que sur les listes du *Challenger* (1). Les densités sont celles *in situ* désignées



65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1,0250
1,0260
1,0250
1,0240
52
29
354
353
12
11
16
15
13
9
8
19
21
20
18
17
3
96
97
A
B

Fig. 2.

---

(1) Reports on the scientific results of the Voyage of « *H. M. S. Challenger* ». *Physics and Chemistry* Vol. I. *Report on the specific gravity of samples of Ocean water* by J. Y. Buchanan. pp. 13 et suiv.

dans le texte anglais par le symbole Sт sans toutefois la correction de compressibilité. Les stations se rapportant aux deux traversées d'aller et de retour coupent transversalement l'Océan à peu près parallèlement et sont en trop petit nombre et trop inégalement réparties pour donner autre chose qu'une simple esquisse d'une véritable carte isopycne de l'Atlantique Nord. On en a employé 23 se rapportant uniquement aux densités superficielles, (marquées par une croix) et 20 (désignées par des cercles noirs), indiquant en outre de la densité superficielle les densités en série verticale depuis la surface jusqu'au fond. La carte Fig. 2 a donc été tracée à l'aide de 43 points et la carte Fig. 3, à 500 brasses de profondeur (914^{m}) avec seulement 9 points. Les valeurs indiquées ont permis de tracer les trois

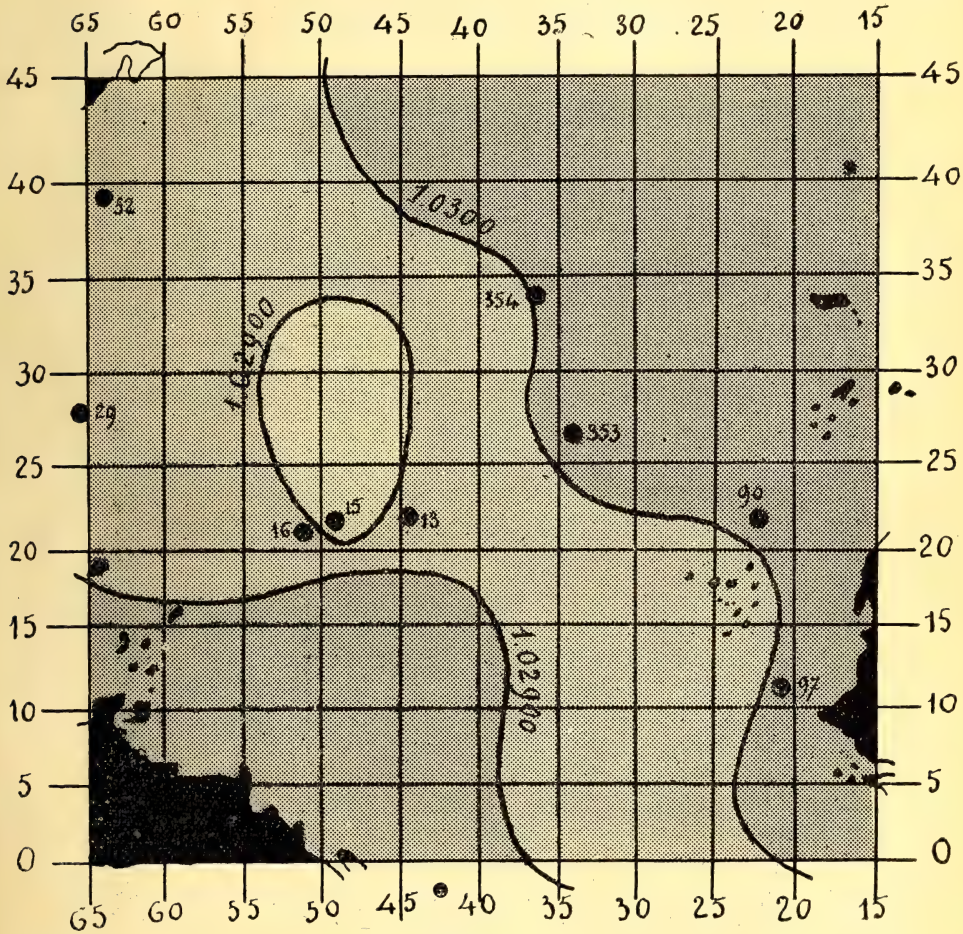

65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1.0300
1.02900
1.02900
52
29
354
353
16
15
13
90
97

Fig. 3.

isopycnes de 1.024, 1.025, et 1.026 différant entre elles d'une unité de la 3^e décimale seulement bien que le *CHALLENGER* en donne cinq. On distingue immédiatement que les lois de Buchanan sont vérifiées même avec cette approximation à dessein restreinte puisque, par la détermination des densités à l'aide des indices, nous avons vu que l'approximation obtenue était 1/2 unité de la 4^e décimale c'est-dire beaucoup plus considérable. Cette précision est donc largement suffisante pour élucider la plupart des problèmes relatifs à la circulation océanique.

L'aire de densité maximum, un peu oblique à la direction E.-W, présente une forme elliptique et s'étend des Canaries jusque par 42° ou 43° long. W. et entre 21° et 34° lat. N. Autour de ce centre, les densités décroissent régulièrement jusqu'au rivage du continent africain baigné par des eaux de densité minimum et les courants marins circulent dans le sens des aiguilles d'une montre.

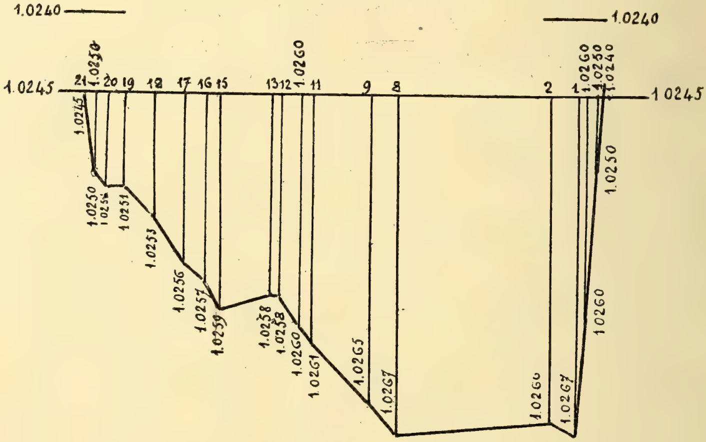


Fig. 4.

On est frappé de la ressemblance d'une telle carte par isopycnes avec une carte terrestre par isohypses ou une carte météorologique par isobares. En réalité toutes trois représentent un relief de sorte qu'on serait en droit d'affirmer que pour ces sortes de problèmes de circulation aqueuse ou de circulation aérienne, l'océanographie est une météorologie simplifiée et inversement la météorologie est une océanographie compliquée.

Pour rendre cette ressemblance plus évidente, nous avons établi le profil en long d'une série de densités superficielles disposées suivant la ligne AB joignant sensiblement le plus grand nombre de stations (Fig. 4). On a fait passer cette ligne horizontale par la densité la plus faible (1.0245) de la série et on y a placé à leurs distances respectives chacune des stations 21, 20, 19,... 2, 1 ainsi que l'intersection de AB avec les trois isopycnes rencontrées. Pour fixer les points de la ligne brisée qui figure réellement le profil du relief de la surface de la mer en évitant de trop grandes ordonnées de densités on a retranché des densités des diverses stations la constante 1.0245 adoptée comme zéro et multiplié cette différence par 5 afin de la rendre plus visible. Les densités étant en sens inverse des hauteurs, en représentant par 1^{mm} chacune des unités (du 4^e ordre) ainsi obtenues, on comptera ces valeurs *au-dessous* de l'horizontale des abscisses pour avoir le véritable profil agrandi de la mer et non son inversion. On aperçoit alors immédiatement la forte pente descendante générale entre les stations 21 et 8 ainsi que la pente remontante qui la suit et surtout celle si abrupte entre la station 1 et l'isobathe 1.0240. Comme sur un terrain solide on comprend que sur ce terrain liquide l'eau légère coule dans le sens de la plus grande pente et en suivant les vallonnements liquides depuis les rivages de la périphérie jusqu'au centre de densité maximum. L'identité se fait de plus en plus apparente, à la stabilité près, entre une surface continentale et la surface liquide de la mer.

Ce profil est particulièrement intéressant ; si toutes les densités à l'aide desquelles il a été dressé avaient été prises simultanément il présenterait une image fidèle du relief de l'océan à ce moment. Comme il n'en est et qu'il ne peut pas en être ainsi, il n'indique qu'une sorte d'état moyen de ce relief pendant le temps qu'ont duré les observations et ce n'est qu'à l'aide d'un nombre considérable de ces coupes réparties au moins par saisons qu'on se ferait une idée nette de la circulation superficielle dans ses grands traits. La première loi serait probablement celle du creusement de l'océan en son milieu et de son relèvement le long de ses bords. La place des courants connus manifesterait sans doute une plus grande stabilité et il en serait de même des ondulations parallèles longitudinales du courant, séries de vallées et de chaînes de collines juxtaposées les unes aux autres. Cette instabilité générale si analogue à l'instabilité continuelle de l'océan aérien qui n'est à peu près jamais absolument en repos est caractéristique de la circulation superficielle. La circulation profonde encore si peu connue ne peut manquer d'être plus simple pour la double raison de la pression exercée sur une couche d'eau profonde quelconque par l'ensemble de toutes les couches qui la recouvrent et ensuite parce qu'elle est soustraite à l'influence si puissante du vent.

La circulation océanique profonde est moins compliquée que la circulation océanique superficielle laquelle est moins compliquée que la circulation atmosphérique, la plus compliquée de toutes. L'étude de la circulation profonde qui ne paraît guère pouvoir se faire que par les densités est destinée à éclairer bien des points de la circulation aérienne et dans ce cas l'océanographie sera réellement une météorologie méthodique.

La fig. 3 représente une section horizontale par un plan situé à une profondeur de 500 brasses (914$^{\mathrm{m}}$). Les isopycnes de 1.029 et de 1.030 y sont indiquées d'après les 9 mesures prises par le *CHALLENGER* à cette profondeur dans cette région. On n'a pas fait subir aux valeurs indiquées la correction de compressibilité puisqu'elle affecte également tous les points d'un même plan horizontal. L'aspect général est identique à celui de la fig. 2 avec cette différence que toutes les densités y ont une valeur plus forte, ce qui était d'ailleurs facile à prévoir et, parmi elles, les moins fortes sont au centre, les plus fortes à la périphérie, le long des côtes. On a ainsi la notion d'une colonne verticale, peut-être plus ou moins inclinée d'eau de surface alourdie pénétrant de haut en bas dans les profondeurs au sein desquelles elle se diffuse et finit par disparaître (Fig. 5). En possession de données plus nombreuses dans une série de plans horizontaux successifs dont chacun serait devenu plus détaillé et plus exact, il aurait été facile de préciser la situation et la forme de la colonne et de connaître la profondeur à laquelle elle disparaît d'après l'atténuation en profondeur du relief des plans horizontaux. C'est à juste raison qu'à la Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée, la sous-commission espagnole a signalé particulièrement pour plans susceptibles d'être adoptés ceux situés aux profondeurs 0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 300, 500, 1000, 2000, 3000 mètres et la proximité du fond (1). On s'assurerait

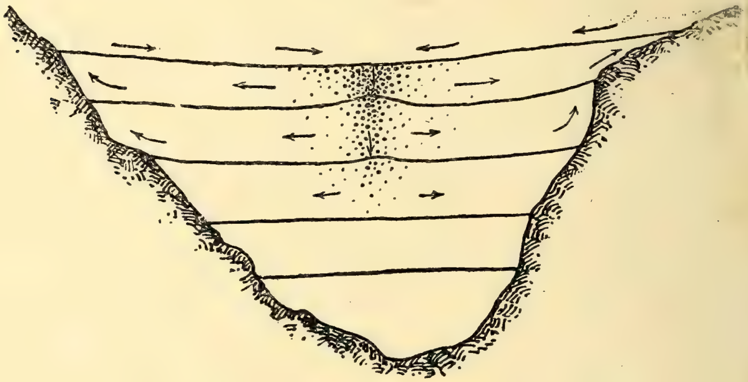


Fig. 5.

---

(1) Bulletin de la Commission Internationale pour l'exploration scientifique de la Méditerranée. *Procès-Verbaux des Sous-Commissions*, Bull. n° 2. p. 9.

ainsi de l'immobilité des couches abyssales, si elle est réelle, et de l'existence de courants divergents produits par cette diffusion peut-être plus ou moins groupés sous forme de courants compacts distincts, veines liquides coulant du centre vers la périphérie en sens inverse de la marche des eaux de surface, remontant ensuite et venant compenser l'écoulement des eaux littorales légères de la périphérie vers le centre. L'équilibre du déséquilibre continu, force vive de cette circulation, serait alors établi. N'expliquerait-on pas de même l'existence de ces îlots d'eaux froides ascendantes apparaissant subitement au milieu d'eaux plus chaudes dont Hautreux signalait autrefois la présence entre les Canaries et la côte du Sénégal, caractérisés par l'abondance du poisson comme il arrive toujours à la rencontre brusque d'eaux froides et d'eaux chaudes, sur les bancs de Terre-Neuve et des Agulhas, au Sud de l'Afrique ? L'intérêt d'une semblable étude serait évident aussi bien au point de vue théorique de la zoologie marine qu'au point de vue pratique de l'industrie des pêches.

Résumé. — Tout phénomène naturel complexe P est comparable à une équation de la forme

$$P = A \pm B \pm C \pm D \pm E \pm \dots$$

dans laquelle les lettres A, B, C... désignent par ordre d'importance ordinaire décroissante des forces ou influences tantôt positives et tantôt négatives, individuellement variables depuis la valeur zéro jusqu'à la valeur P tout entière. Cette équation unique à un nombre en quelque sorte infini de variables est impossible à résoudre d'une façon absolument précise. Si bien observé et en apparence connu que soit un phénomène, il surviendra toujours tel cas déconcertant résultant de l'importance extraordinaire prise inopinément par une variable occupant d'ordinaire un rang éloigné dans la série et ayant par conséquent mérité d'avoir été jusqu'alors considérée comme négligeable. La résolution de l'équation ne sera jamais qu'approchée même après une étude préalable séparée de l'action de chacune des variables et de l'importance qu'elle peut prendre dans chaque cas particulier.

Dans la circulation marine, par exemple, les facteurs principaux sont l'action du vent, celle de la température et de l'état de concentration saline dû à l'évaporation, ces deux variables réunies dans les densités *in situ* et enfin la rotation terrestre. Mais l'on doit encore tenir compte d'autres variables ordinairement secondaires telles que la configuration des côtes, le relief du bassin océanique, la pression barométrique, l'influence réciproque exercée par les courants les uns sur les autres et d'autres encore.

Il existe en réalité deux circulations marines, l'une superficielle, l'autre profonde. La seconde diffère essentiellement de la première en ce qu'elle n'est pas ou presque pas soumise comme celle-là à l'influence si puissante du vent.

La circulation marine superficielle est surtout due à une poussée par le vent combinée à un écoulement continu des eaux côtières adoucies vers certains centres de densité maximum situés à peu près symétriquement de chaque côté et au voisinage de l'Equateur où les eaux sont alourdies en conséquence de la forte évaporation qui s'y produit. Par suite de l'action combinée du vent, de la densité et de la rotation de la terre, l'extrême surface de la mer offre un relief instable de collines et de vallées appréciable par la mesure des densités *in situ* et qui, d'une façon générale, se traduit par une surélévation du niveau des eaux côtières et un creusement des régions centrales de densité maximum. En chaque point de son cours, un courant marin est donc la résultante des trois variables principales de l'équation : force, durée et direction des vents, valeur des densités *in situ* et rotation terrestre.

La circulation profonde, à peu près complètement soustraite à l'action du vent, au lieu d'être centripète comme la précédente est centrifuge, allant au sein des eaux des centres de densité maximum situés dans le milieu des bassins océaniques vers les régions côtières. La descente se fait au-dessous de ces centres sous forme d'une colonne d'eau qui se mélange peu à peu avec les couches inférieures et finit par disparaître complètement à une certaine profondeur variable dans chaque cas. Cette eau, parvenue près des côtes, poussée par son impulsion même, remonte vers la surface afin de compenser l'eau qui s'en est écoulée vers le centre de densité maximum soit en nappe plus ou moins continue soit groupée en une sorte de veine ascendante dont la présence a été constatée par exemple entre les Canaries et le Sénégal en îlots d'eau froide très poissonneux. La circulation océanique est analogue mais inversement symétrique à la circulation atmosphérique qui la surmonte et, quoique moins compliquée, elle offre aussi des centres cycloniques superficiels se transformant en profondeur en centres anticycloniques de dispersion. Ainsi se complète le cycle.

Sur les côtes intertropicales des grands continents faisant face à l'Est, il est possible que la poussée des vents réguliers particulièrement puissante et continue accumule des eaux chaudes centrales et, aidée par d'autres conditions favorables, y permette le développement de coraux signalé par Buchanan. Mais cette action qui ne doit se faire sentir qu'à une faible profondeur appartient beaucoup plus à la circulation superficielle qu'à la véritable circulation profonde.

Une foule de questions restent à vérifier et de problèmes à résoudre se rapportant à la circulation profonde. Pour les élucider, il faut multiplier les observations de densités *in situ* de manière à dresser de nombreuses cartes et profils pycnométriques qui parlent aux yeux et font apparaître la vérité. On procédera comme le zoologiste se rendant un compte exact des organes d'un animal par une suite de sections au microtome. La circulation océanique étant une simplification de la circulation aérienne, il est probable que les lois trouvées pour la mer éclaireront quantité de points douteux relatifs à l'atmosphère.

Il faudra, dans la pratique, bien convenir des plans horizontaux où s'effectueront plus particulièrement les recherches et qui seront adoptés par tous les océanographes. Quant aux mesures elles-mêmes qui, on le comprend, devront être nombreuses c'est-à-dire promptement effectuées et simultanées, aucune méthode ne répond mieux aux conditions requises que celle de l'évaluation des densités *in situ* par l'intermédiaire des indices avec emploi de graphiques pour simplifier les calculs. On n'aura besoin que de faibles échantillons d'eau récoltés d'un seul coup de sonde avec une suite de bouteilles d'un volume réduit, c'est-à-dire moins pesantes, qu'on pourra échelonner plus nombreuses le long du fil.

* * *

TABLES
de corrections de compressibilité (1)

Profondeur m	Densité à la profondeur	Correction 1.02810 +	Profondeur m	Densité à la profondeur	Correction 1.02810 +
0	1.02810	0.00000	800	1.03180	0.00370
10	2815	005	900	3227	417
20	2819	009	1 000	3274	464
30	2824	014			
40	2828	018	1 500	1.03508	0.00698
50	2833	023	2 000	3747	937
60	2838	028	2 500	3985	1175
70	2842	032	3 000	4222	1412
80	2847	037	3 500	4461	1651
90	2851	041	4 000	4704	1894
100	1.02856	0.00046	4 500	1.04949	0.02139
200	2902	092	5 000	5195	2385
300	2949	139	6 000	5694	2884
400	2995	185	7 000	6196	3386
500	3041	231	8 000	6713	3903
			9 000	7233	4323
600	1.03087	0.00277	10 000	7758	4948
700	3133	323			

---

(1) Krümmel. Handbuch der Ozeanographie I. 288.
Voir aussi la note de la page 26.

σ_0 représente la densité normale de l'eau de mer à zéro prise par rapport à l'eau distillée à + 4.

S est le poids de sel pour 1000 et par conséquent le poids en grammes des sels contenus dans 1000 grammes d'eau de mer calculé d'après la formule $S = 0.030 + 1.8050\ Cl$.

Cl est la teneur en chlore en poids pour 1000, c'est-à-dire le poids de chlore en grammes contenu dans 1000 grammes d'eau de mer.

(D'après Knudsen).

σ_0	S	Cl	σ_0	S	Cl	σ^0	S	Cl
1.0040	5.05	2.78	1.0070	8.75	4.83	1.0100	12.47	6.89
41	.16	.84	71	.87	.90	01	.59	.96
42	.28	.91	72	9.00	.97	02	.72	7.03
43	.41	.98	73	.13	5.04	03	.85	.10
44	.54	3.05	74	.24	.10	04	.95	.16
45	.66	.12	75	.36	.17	05	13.08	.23
46	.79	19	76	.49	.24	06	.21	.30
47	.90	.25	77	.61	.31	07	.33	.37
48	6.02	.32	78	.74	.38	08	.46	.44
49	.15	.39	79	.87	.45	09	.59	.51
1.0050	6.28	3.46	1.0080	9.99	5.52	1.0110	13.71	7.58
51	.40	.53	81	10.10	.58	11	.84	.65
52	.53	.60	82	.23	.65	12	.95	.71
53	.64	.66	83	.35	.72	13	14.07	.78
54	.76	.73	84	.48	.79	14	.20	.85
55	.89	.80	85	.61	.86	15	.33	.92
56	7.02	.87	86	.73	.93	16	45	.99
57	.14	.94	87	.86	6.00	17	.58	8.06
58	.27	4.01	88	.97	.06	18	.70	.13
59	.39	.08	89	11.09	.13	19	.83	.20
1.0060	7.50	4.14	1.0090	11.22	6.20	1.0120	14.94	8.26
61	.63	.21	91	.35	.27	21	15.07	.33
62	.76	.28	92	.47	.34	22	.19	.40
63	.88	.35	93	.60	.41	23	.32	.47
64	8.01	.42	94	.73	.48	24	.44	.54
65	.13	.49	95	.85	.55	25	.57	.61
66	.26	.56	96	.96	.61	26	.70	.68
67	.37	.62	97	12.09	.68	27	.82	.75
68	.50	.69	98	.21	.75	28	.95	.82
69	.62	.76	99	.34	.82	29	16.06	.88

σ_0	S	Cl	σ	S	Cl	σ^0	S	Cl
1.0130	16.18	8.95	1 0170	21.17	11.71	1.0210	26.15	14.47
31	.31	9.02	71	.29	.78	11	.27	.54
32	.44	.09	72	.42	.85	12	.40	.61
33	.56	.16	73	.55	.92	13	.51	.67
34	.69	.23	74	.67	99	14	.64	74
35	.82	.30	75	.78	12.05	15	.76	.81
36	.94	.37	76	.91	.12	16	.89	.88
37	17.07	.44	77	22.03	.19	17	27.01	.95
38	.18	.50	78	.16	.26	18	.14	15.02
39	.30	.57	79	.29	.33	19	.27	.09
1.0140	17.43	9.64	1.0180	22.41	12.40	1 0220	27.39	15.16
41	.56	.71	81	.54	.47	21	.52	.23
42	.68	.78	82	.66	.54	22	.65	.30
43	.81	.85	83	.79	.61	23	.75	.36
44	.94	.92	84	.92	.68	24	.88	.43
45	18.06	.99	85	23.03	.74	25	28.01	.50
46	.19	10.06	86	.15	.81	26	.13	.57
47	.30	.12	87	.28	.88	27	26	.64
48	.42	.19	88	.40	.95	28	.39	.71
49	.55	.26	89	.53	13.02	29	.51	.78
1.0150	18.68	10.33	1.0190	23.66	13.09	1.0230	28.64	15.85
51	.80	.40	91	.78	.16	31	.77	.92
52	.93	.47	92	.91	.23	32	.87	.98
53	19.05	.54	93	24.04	.30	33	29.00	16.05
54	.18	.61	94	.14	.36	34	.13	.12
55	.31	.68	95	.27	.43	35	.25	.19
56	.42	.74	96	.40	.50	36	.38	.26
57	.54	.81	97	52	.57	37	.51	.33
58	.67	.88	98	.65	.64	38	63	.40
59	.79	.95	99	.78	.71	39	.76	.47
1.0160	19.92	11.02	1.0200	24 90	13.78	1.0240	29.88	16.54
61	20.05	.09	01	25.03	.85	41	.99	.60
62	.17	.16	02	.16	.92	42	30.12	.67
63	.30	.23	03	.28	.99	43	.25	.74
64	.43	.30	04	.39	14.05	44	.37	.81
65	.53	.36	05	.52	.12	45	.50	.88
66	.66	.43	06	.64	.19	46	.62	.95
67	.79	.50	07	.77	.26	47	.75	17.02
68	.91	.57	08	.90	.33	48	.88	.09
69	21.04	.64	09	26.02	.40	49	31.00	.16

σ_0	S	Cl	σ_0	S	Cl	σ	S	Cl
1.0250	31.11	17.22	1.0280	34.85	19.29	1.0310	38.57	21.35
51	.24	.29	81	.97	.36	11	.69	.42
52	.36	.36	82	35.10	.43	12	.82	.49
53	.49	.43	83	.21	.49	13	.93	.55
54	.62	.50	84	.34	.56	14	39.05	.62
55	.74	.57	85	.46	.63	15	.18	.69
56	.87	.64	86	.59	.70	16	.31	.76
57	32.00	.71	87	71	.77	17	.43	.83
58	.12	.78	88	.84	.84	18	.56	.90
59	.23	.84	89	.97	.91	19	.69	.97
1.0260	32.36	17.91	1.0290	36.09	19.98	1.0320	39.79	22.03
61	.48	.98	91	.20	20.04	21	.92	.10
62	.61	18.05	92	.33	.11			
63	.74	.12	93	.45	.18			
64	86	.19	94	.58	.25			
65	.99	.26	95	.71	.32			
66	33.12	.33	96	.83	.39			
67	.22	.39	97	.96	.46			
68	.35	.46	98	37.09	.53			
69	.48	.53	99	.19	.59			
1.0270	33.60	18.60	1.0300	37.32	20.66			
71	.73	.67	01	.45	.73			
72	.86	.74	02	.57	.80			
73	.98	.81	03	.70	.87			
74	34.11	.88	04	.83	.94			
75	.23	.95	05	.95	21.01			
76	.34	19.01	06	38.06	.07			
77	.47	.08	07	.19	.14			
78	.60	.15	08	.31	.21			
79	.72	.22	09	.44	.28			

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
National Museum

Note. — Le tableau de la page 22 extrait du traité d'océanographie de Krümmel (vol. I, p. 288) était composé lorsque j'ai eu connaissance d'un mémoire de M. Walfrid Ekman paru dans les *Publications de Circonstance* n° 43 du Conseil Permanent International pour l'Exploration de la mer, siégeant à Copenhague et qui est intitulé « *Die Zusammendruckbarkeit des Meerwassers nebst einigen Werten für Wasser und Quecksilber*. A l'aide d'une formule de quatre lignes, fonction de la température, de la pression en bars (bar $= 10^6$ C. G. S.), de la densité normale à 0° de l'échantillon d'eau de mer, dont les termes dépendent d'autres formules, on obtient « la différence entre la diminution de volume spécifique d'eaux de diverses températures ou de différentes salinités ramenées à une seule et même pression » — autrement dit la compressibilité de l'eau de mer considérée — avec une approximation de 1 °/₀. La valeur de la diminution de volume spécifique à 1000 mètres de profondeur peut être calculée à 1 unité près de la 5^e décimale et pour 10 000 mètres à une unité près de la 4^e décimale.

Il est regrettable que l'auteur n'ait pas donné dans son travail une table analogue à celle de Krümmel pour une eau de mer de densité moyenne indiquant le coefficient de compressibilité à diverses profondeurs et à diverses températures. Il aurait rendu un grand service à une foule de personnes peu versées dans la connaissance de la haute physique et des hautes mathématiques et pratiquant des opérations pour lesquelles une si complète précision est inutile, à supposer qu'elle existe réellement ailleurs que sur le papier. En tous cas cette précision n'a aucune importance dans les déterminations qui font l'objet de notre propre travail actuel puisque la correction de compressibilité étant la même pour tous les points d'un même plan isopycne quelle que soit sa profondeur, nous l'avons complètement supprimée. Dans ces conditions on considérera le tableau de Krümmel reproduit par nous comme une simple indication. Les personnes qui croiraient avoir besoin d'une précision plus considérable auront recours au mémoire de M. Ekman et calculeront sa formule n° 12. L'Océanographie aura fait de grands progrès quand elle aura découvert toutes les lois et expliqué tous les phénomènes qui dépendent non d'une 5^e ou d'une quatrième décimale mais d'une 3^e et souvent moins encore. Défions-nous de l'illusion des décimales, de l'ultra-précision et du danger de la rigueur des mathématiques appliquée aux choses de la nature. Prétendre mesurer à 1 mètre près la distance entre deux villes, par exemple, ou même la largeur d'une rue au dixième de millimètre serait une véritable offense au bon sens par la bonne raison que ces distances n'existent pas, l'une au mètre, l'autre au dixième de millimètre.

J. T.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 395. — 15 Juillet 1921.

La détermination de la densité de l'eau de mer par la mesure de l'indice de réfraction.

par C. VAURABOURG.
Chef des Travaux pratiques d'Optique à l'Ecole municipale de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris.

I.

L'eau de mer, comme toute solution saline, peut être caractérisée par la valeur numérique de grandeurs physiques très différentes : densité, concentration en sels dissous, indice de réfraction, point de congélation, point d'ébullition, conductibilité électrique, etc. M. Thoulet a montré dans une étude très documentée, l'importance capitale de la densité en océanographie ; or les mesures de densités sont irréalisables avec précision sur des échantillons de quelques centimètres cubes. Il faut donc recourir à une méthode indirecte qui permette de calculer la densité d'après la valeur d'une autre grandeur physique caractéristique plus accessible à la mesure. L'indice de réfraction remplit cette condition, sa détermination est facile et rapide et l'on sait que des lois, approchées il est vrai mais très simples, le relient directement à la densité : $\frac{n-1}{d} = C$ (Glasdtone et Dale 1858), $\frac{n^2-1}{n^2+2} = C'$ (H.-A. Lorentz et L. Lorenz 1880).

De nombreux essais dans cette voie ont été effectués. Hilgard (1) est le premier expérimentateur qui a cherché à relier l'indice à la densité. Puis il faut citer Tornoë (2) qui a déduit de ses résultats la formule :

---

(1) Hilgard, U. S. Coast Survey Report 1877, Appendix X.

(2) Tornoë, Report on Norwegian Fishery and Marine Investigations. Vol. I. Kristiania 1900 no 6.

$$\text{Log } n/s = 6,14340 - 0,00006 \text{ S}$$

n excès de l'indice de l'eau de mer sur l'indice de l'eau distillée, S salinité à 17° 5.

Krümmel (1) a employé dans ses recherches un réfractomètre spécial, construit d'après ses indications par la firme C. Zeiss (catalogue de 1893), et donnant la valeur de $\rho = s - d$; s indice de l'eau de mer, d, indice de l'eau distillée à la même température. Krümmel pensait supprimer ainsi les variations d'indices produites par les changements de température, il posait : $\rho = K S$ (S salinité ou densité à 17°,5).

Plus tard il proposa $S = a \rho + b \rho^2$ mais sans trouver d'accord satisfaisant. L'hypothèse de Krümmel est en effet erronée : la densité et l'indice de l'eau de mer varient d'une façon plus rapide, en fonction de la température, que les grandeurs correspondantes de l'eau distillée. Autrement dit les coefficients des formules proposées par Krümmel sont des fonctions plus ou moins compliquées de la température.

G. Schott (2) au cours de l'expédition de la *VALDIVIA* a employé l'excellent réfractomètre à immersion construit par la maison Zeiss. Il trouva comme plus tard E. von Drygalski (3) que la précision obtenue était comparable à celle des meilleurs aréomètres et que l'appareil était d'un emploi très commode (4). Les tables qu'il a publiées sont calculées pour 17°5.

M. Thoulet a repris complètement le problème, je le remercie d'avoir bien voulu me confier la partie expérimentale de ce travail qui est divisé en deux parties : mesure des densités, mesure des indices de réfraction.

II.

La mesure des densités. — Afin de pouvoir tracer les huit courbes d'indices correspondant aux courbes de densités, construites d'après les résultats des mesures de M. Knudsen, il fallait constituer des eaux de mer artificielles ayant rigoureusement à 0° les densités requises. Pour ce faire, j'ai dilué avec de l'eau distillée, ou concentré suivant les cas, de l'eau de mer que le D^{r} Richard a bien voulu puiser au large de Monaco et m'expédier à Paris. L'ajustement des densités a été d'une exécution particulièrement difficile.

La méthode du flacon, que j'ai employée pour la mesure des densités, est universellement connue. Je me suis surtout efforcé de rechercher les causes d'erreurs et d'en fixer les grandeurs respectives de façon à déterminer avec certitude la limite de la précision atteinte dans les mesures. J'ai envisagé les différents points suivants : la balance, les poids, le flacon et son remplissage, les mesures de température et de pression atmosphérique, les corrections de poussée et la réduction des pesées au vide.

---

(1) Krümmel, Plankton Expedition et Ann. der Hydrographie 1894 s. 241.

(2) G. Schott, Valdivia Werk, Bd. I, page 62.

(3) E. von Drygalski, Expédition Sud-polaire.

(4) Krümmel, Ozeanographie, Bd. I.

La balance et les pesées. J'ai employé une balance Collot, modèle à fléau long et à double colonne donnant le 1/10 de milligramme. Toutes les pesées ont été faites par la méthode de double pesée à charge constante, la tare étant constituée par deux poids en laiton verni formant 120 gr. J'ai étudié spécialement la fidélité et la sensibilité de la balance et vérifié avant chaque série de pesées qu'elle avait gardé même position d'équilibre à vide et conservé en charge une sensibilité constante. Cette dernière avait pour valeur 0^{mgr}, 9 par division ; on pouvait facilement apprécier l'équilibre de la balance au 1/10 de division par la méthode des oscillations, donc lire le 1/10 de mgr.

Les poids. J'ai utilisé une boîte de poids en laiton platiné dont j'ai fait un étalonnage complet (en valeur relative), ce qui m'a permis de corriger le poids de 50 gr. et de m'assurer que dans toutes les combinaisons de poids effectuées au cours des mesures la somme des corrections était inférieure ou au plus égale à 1/10 de mgr.

Le flacon, son remplissage. Le flacon à densité de Regnault est bien connu, le modèle que j'ai employé est fermé par un bouchon en verre parfaitement rodé. Pour le remplissage j'introduisais dans le flacon un tube effilé et je versais l'eau par la partie annulaire. Le remplissage s'effectuait ainsi d'une façon continue, en moins de deux minutes ; l'air s'échappe librement par le tube effilé sans barboter à travers le liquide.

Le réglage au trait de repère avait lieu dans un bain de glace fondante (glace pilée arrosée d'eau), constamment brassé. L'opération est plus rapide pour les eaux de mer concentrées, dont le maximum de densité est au-dessous de 0° et qui sont meilleures conductrices, que pour les eaux douces.

Après réchauffage à température ambiante, le flacon était soigneusement essuyé au papier Joseph, il achevait de se mettre en équilibre de température dans la cage de la balance dont l'atmosphère était desséchée par l'acide sulfurique concentré et des bâtons de soude caustique.

Je me suis assuré de la constance du poids du flacon rempli, en répétant les pesées à plusieurs heures d'intervalle. La température et la pression restant très sensiblement constantes, les différences obtenues n'ont jamais dépassé 2/10 de mgr. L'évaporation à travers le rodage du bouchon était donc absolument négligeable. Il était important de faire cette vérification puisque la cage de la balance contenait des desséchants très énergiques, nécessaires pour empêcher la condensation de la vapeur d'eau sur le verre toujours hygroscopique du flacon.

Le réglage au trait de repère ne peut guère être effectué à moins de 1/10 ou même 2/10 de millimètre, malgré l'emploi de loupe et un bon éclairage ; or la section intérieure du tube fin était de 5 millimètres carrés, il y avait donc dans le remplissage une incertitude de 1/2 à 1 millimètre cube réprésentant 1 milligramme. C'est de baucoup l'erreur possible la plus considérable, dix fois plus grande que l'incertitude sur la pesée. Pour vérifier ce fait expérimentalement j'ai rempli plusieurs fois le flacon avec de l'eau distillée : toutes corrections étant faites, j'ai trouvé sur les pesées un écart maximum de 8/10 de mgr.

Entre chaque opération le flacon était lavé trois fois à l'eau distillée et rincé trois fois à l'alcool à 95° enfin séché dans un courant d'air sec et pesé sur la balance. Les différences de poids ne devaient provenir, si le nettoyage était bien fait, que des variations de température et de pression, c'est ce que j'ai toujours vérifié.

Mesure des températures et des pressions. Un thermomètre suspendu dans la cage de la balance et dont le O avait été vérifié dans la glace fondante donnait la température au 1/10 de degré. La pression était lue sur un baromètre Fortin en tenant compte des corrections habituelles de dilatation et capillarité.

Correction de poussée de l'air et réduction des pesées au vide. Une moitié de mes mesures ayant eu lieu en été et l'autre en hiver, la température du laboratoire est passée de 20° à 12, tandis que la pression atmosphérique variait de 770 à 750^{mm}. Ces écarts considérables m'obligèrent à faire des calculs de corrections tout à fait soignés.

Appelons T la tare, V_0 le volume intérieur du flacon à O° jusqu'au trait de repère, δ_0 et δ_t, d_0 et d_t les densités respectives de l'eau distillée et de l'eau de mer à O° et à t°, a_0 la masse du cm^3 d'air sec à 0° sous 760^{mm}, a la masse du cm^3 d'air dans les conditions de l'expérience c'est-à-dire à température t sous la pression H, Δ densité du laiton des poids, v et d le volume et la densité du verre du flacon.

Pour déterminer une densité il faut exécuter trois pesées ; j'affecterai dans ce qui suit des indices 1, 2, 3 les masses du cm^3 d'air ainsi que les températures et pressions qui peuvent avoir des valeurs différentes aux moments des pesées.

On sait que $a = a_0 . \frac{H}{760} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t}$.

1^re^ Pesée : flacon vide :

$$T\left(1-\frac{a_1}{\Delta}\right)=P_1\left(1-\frac{a_1}{\Delta}\right)+vd\left(1-\frac{a_1}{d}\right) \qquad (1),$$

P, représentant les poids qu'il faut ajouter à côté du flacon vide pour équilibrer la tare.

2^e^ Pesée : flacon plein d'eau distillée :

$$T\left(1-\frac{a_2}{\Delta}\right)=P_2\left(1-\frac{a_2}{\Delta}\right)+vd\left(1-\frac{a_2}{d}\right)+V_0\delta_0-V_0\frac{\delta_0}{\delta_{t_2}}a_2 \ (2).$$

3^e^ Pesée : flacon plein du liquide :

$$T\left(1-\frac{a_3}{\Delta}\right)=P_3\left(1-\frac{a_3}{\Delta}\right)+vd\left(1-\frac{a_3}{d}\right)+V_0d_0-V_0\frac{d_0}{d_{t3}}a_3 \ (3).$$

On suppose généralement que a_1, a_2, a_3, sont très peu différents c'est-à-dire que la température et la pression sont restées sensiblement constantes et on les remplace dans les trois équations par la moyenne $a=\frac{a_1+a_2+a_3}{3}$, de plus on pose dans les termes correctifs de la poussée de l'air que δ_{t_2} et d_{t_3} sont respectivement égaux à δ_0 et d_0.

En retranchant les équations (2) et (1) puis (3) et (1) on obtient :

$$(2)-(1) \quad (P_2-P_1)\left(1-\frac{a}{\Delta}\right)=V_0(\delta_0-a) \qquad (4),$$

$$(3)-(1) \quad (P_3-P_1)\left(1-\frac{a}{\Delta}\right)=V_0(d_0-a) \qquad (5),$$

divisons (5) par (4) :

$$\frac{P_3-P_1}{P_2-P_1}=\frac{d_0-a}{\delta_0-a}, \quad \text{d'où :}$$

$$d_0=\frac{P_3-P_1}{P_2-P_1}(\delta_0-a)+a \qquad (6).$$

Cette dernière formule est particulièrement simple et d'un emploi commode quand les écarts de température ne dépassent pas 1 ou 2 degrés et les variations de pression deux ou trois millimètres.

Il en est tout autrement quand les variations deviennent notables et les mesures nombreuses. L'ajustement des densités aux huit valeurs de Knüdsen a nécessité vingt déterminations, on n'a pas répété dans chaque mesure la pesée n° 2 qui n'a été faite que deux fois dans des conditions très différentes au début de chaque série d'expériences. En appliquant chaque fois l'équation (4) on a pu calculer le volume intérieur du flacon jusqu'au trait de repère :

$$V_0=52^{cc},162\pm0{,}0005$$

Pour déterminer une densité il suffisait alors d'exécuter les pesées 1 et 3 (flacon vide et flacon plein d'eau de mer). Comme l'intervalle entre les deux pesées ne dépassait pas deux heures la température et la pression ne variaient presque pas on pouvait appliquer l'équation (5) en posant $a = \frac{a_1 + a_3}{2}$ et remplaçant V_o par sa valeur :

$$d_o = \frac{P_3 - P_1}{V_o} \cdot \frac{1 - \frac{a}{\Delta}}{1 - \frac{a}{d_{t_3}}}$$

d_{t_3} étant la densité à t_3 lue dans les tables de Knudsen et correspondant à la densité d_o (ou σ_0) que l'on voulait obtenir.

Pour justifier cette discussion j'indiquerai seulement que le calcul montre et l'expérience vérifie que, si la température passe de 12° à 20° tandis que la pression décroît de 770 à 750, le poids apparent du flacon vide subit une variation dépassant 1/2 milligramme ; cette variation est encore bien plus considérable sur le flacon plein.

Précision sur la mesure des densités. Malgré la capacité relativement grande du flacon et les soins apportés pour le remplissage et les pesées, la discussion ci-dessus montre que la précision n'atteint que $\pm \frac{2}{100\,000}$ c'est-à-dire deux ou trois unités de la 5^e décimale.

Résultats. Les huit eaux de mer artificielles qui ont servi pour la mesure des indices avaient pour densités respectivement :

1,03201, 1,02802, 1,02400, 1,01998,
1,01604, 1,01200, 1,00801, 1,00403,

à 0° par rapport à l'eau distillée à 4° et dans le vide (1).

III

Mesure des indices de réfraction. — On appelle indice relatif de réfraction par rapport à l'air ou simplement indice, le quotient de la vitesse de propagation de la lumière dans l'air par la vitesse de la lumière dans le milieu considéré. Diverses causes peuvent faire varier l'indice d'une substance ; tout d'abord les différentes radiations du spectre ne se propagent pas également vite, les rayons rouges vont plus vite que les rayons bleus, l'indice d'un milieu varie donc avec la couleur, il décroît quand la longueur d'onde augmente, c'est le phénomène de la dispersion. En général on mesure les indices pour la raie D de Fraunhofer (lumière sodée), je me suis conformé à cet usage. La température influe aussi d'une façon sensible sur les indices. Pour les verres l'indice relatif croît très légèrement avec la température ; pour une variation de 20° l'indice du prisme d'un réfractomètre croît de 0,00002 environ. Pour les liquides, l'indice décroît quand la température augmente et d'autant plus rapidement que la température est plus élevée. Théoriquement il faudrait envisager deux indices relatifs ; le premier correspondant au cas où l'air et le liquide sont à la même température (mesures effectuées à la température ambiante), pour le second au contraire l'air reste à une température constante, 20° par exemple, tandis que le liquide peut prendre une température différente (c'est le cas des mesures effectuées avec tous les réfractomètres à cuve chauffable.) Les deux indices diffèrent au maximum de 0,00002. On voit donc qu'il est pratiquement impossible de mesurer les indices de réfraction à moins de 0,00002 sans faire intervenir de corrections et en fait, les meilleurs réfractomètres ne donnent que la 1/2 unité de la 4^{e} décimale.

---

(1) En prenant la densité de l'eau égale à 1. On sait que d'après les récentes déterminations 1 kg = 1,000027 dmcb d'eau distillée à son maximum de densité.

Pour exécuter mes mesures j'avais à ma disposition différents modèles de réfractomètres : le réfractomètre Féry, celui d'Abbe, et le réfractomètre à immersion C. Zeiss. Je vais indiquer brièvement les avantages et les inconvénients de ces trois instruments, examinés au point de vue de leur précision et de la commodité de leur emploi à bord.

J'ai utilisé le réfractomètre Féry pour toutes les mesures exécutées à température supérieure à la température ambiante (entre 17° et 33°). Cet excellent instrument donne par simple lecture l'indice avec 4 décimales exactes, la précision est constante d'un bout à l'autre de la graduation. La cuve contenant le liquide ferme hermétiquement, il n'y a donc pas à craindre de changement d'indice par évaporation ; elle porte un thermomètre coudé plongeant dans le liquide même que l'on étudie, la température est donc parfaitement connue. Enfin le dispositif de chauffage par thermosiphon, excessivement simple, permet de faire varier très commodément la température. Par contre l'instrument nécessite l'emploi de la lumière monochromatique produite par un bec à sodium dont l'usage à bord est pratiquement difficile.

Le réfractomètre d'Abbe à prismes chauffables est un appareil très séduisant parce qu'il suffit d'une goutte de liquide introduite entre les prismes pour faire une mesure. Un compensateur spécial permet l'emploi de la lumière blanche et on lit directement l'indice, pour la raie D, sur un arc gradué. On peut adresser à cet appareil les critiques suivantes : la température de la goutte est mal connue, la fermeture n'étant pas hermétique la goutte n'est pas protégée contre l'évaporation qui peut se faire sentir plus ou moins rapidement suivant les conditions où l'on se trouve. D'autre part les divisions de la graduation sont très serrées et non équidistantes ce qui rend l'interpolation de 4e chiffre décimal difficile. En fait l'appareil donne l'indice à deux ou trois unités près de la 4e décimale. On pourrait d'ailleurs améliorer la précision de l'instrument en le réservant à l'étude des solutions aqueuses d'indice toujours inférieur à 1,4 ; pour cela il faudrait : 1° changer la nature du verre dont sont constitués les prismes, prendre un crown de très faible indice au lieu d'un flint extra-dense ; 2° augmenter le grossissement de la lunette et placer l'échelle des indices dans l'oculaire.

Le réfractomètre à immersion m'a servi pour toutes les mesures à basse température entre 0 et 17°. Il possède une petite cuve s'adaptant hermétiquement, d'une contenance totale de 10 cc. (dont le 1/3 peut suffire) et dont le nettoyage est très facile. La mesure pour la raie D se fait en lumière blanche avec une précision atteignant la demi-unité de la 4e décimale. Enfin le prix de cet instrument n'est que les 5/8 de celui du réfractomètre d'Abbe. Par contre l'appareil est gradué en unités arbitraires d'où la nécessité d'une table pour transformer les lectures en indices ; la présence d'un bain d'eau pour mesurer et égaliser la température peut aussi devenir la source de nombreux ennuis, nous verrons plus loin comment on peut y parer.

Examen des résultats et précision de la méthode. De l'examen des résultats rassemblés en tableaux à la fin de ce rapport, on peut tirer des conclusions qui fixent immédiatement la précision avec laquelle la densité est connue par cette méthode :

1° Pour une eau de mer donnée, la variation d'indice avec la température est environ 2 fois 1/2 plus faible que la variation correspondante de la densité. Par exemple pour $\sigma_0 = 28$ entre 19 et 20° l'indice diminue de 0,0001 et la densité de 0,00026, $\frac{\Delta d}{\Delta n} = 2,6$.

Ce rapport $\frac{\Delta d}{\Delta n}$ croît avec la température et avec la concentration.

2° Pour une température donnée, la variation d'indice est environ 4 fois plus faible que la variation correspondante de la densité avec la concentration ou la teneur en sels. Considérons par exemple à 15° les indices et densités de $\sigma_0 = 20$ et $\sigma_0 = 28$ on trouve que la densité croît de 0,00763 et l'indice de 0,0019 seulement.

Il en résulte immédiatement que si le réfractomètre que l'on utilise donne les indices à Δn près, les densités seront déterminées avec une erreur maximum $\Delta d = 4\Delta n$. Ainsi le réfractomètre d'Abbe donne les indices avec une précision atteignant 2 unités de la 4e décimale, l'erreur sur les densités sera au plus égale à 8 unités de la 4^e décimale et la 3^e sera exacte. Dans le réfractomètre à immersion, les indices sont connus à 0,00005 près, on fera donc dans la détermination de la densité, une erreur inférieure à 0,0002, la quatrième décimale sera exacte à une ou deux unités près.

Quant à la température, il suffit qu'elle soit connue avec une précision qui entraîne une indétermination moindre que 0,00005 sur l'indice (limite de la précision des réfractomètres). On voit sur les tableaux que le 1/3 de degré suffit jusqu'à 10° ; entre 20 et 25°, le 1/5 de degré est nécessaire ; vers 30° il faut le 1/6 de degré.

Un thermomètre au 1/10 est donc plus que suffisant, d'autant plus qu'on ne peut installer à bord ni circulation d'eau ni thermostat pour assurer l'uniformité de la température ; il y aura donc entre la température lue au thermomètre et la température vraie dans la cuve du réfractomètre des différences atteignant le 1/5 de degré et dépassant même cette limite si l'on n'observe pas les précautions indiquées plus loin.

Formules. Des résultats obtenus on peut encore tirer une conclusion importante. *A température constante, l'indice est proportionnel à la densité à 0°.* Autrement dit, n_t et ν_t étant les indices à t° d'une eau de mer et d'une eau type (l'eau distillée par exemple), dont les densités à 0° sont respectivement d_0 et δ_0, on a :

$$n_t - \nu_t = K\,(d_0 - \delta_0)$$

Le coefficient K est variable avec la température ; de sorte que, si l'on trace pour différentes températures les courbes représentant les variations d'indice en fonction de la densité à 0°, on obtient un faisceau d'isothermes qui sont des *droites divergentes* dont le coefficient angulaire est précisement le coefficient K de la formule précédente. La variation de K avec la température est représentée par l'équation :

$$K_t = K_0 - at + bt^2 = 0{,}24399 - 861{,}0.10^{-6}\,t + 8{,}990.10^{-6}\,t^2.$$

Or l'indice ν_t de l'eau distillée peut se calculer par une formule analogue :

$$\nu_t = \nu_0 - \alpha t - \beta t^2 = 1{,}33406 - 15{,}3.10^{-6}\,t - 1{,}78.10^{-6}\,t^2.$$

En remplaçant K_t et V_t par leurs valeurs on obtient finalement la relation :

$$d_0 = \frac{n_t - 1{,}09010 - 845{,}6.10^{-6}\,t + 10{,}767.10^{-6}\,t^2}{0{,}24399 - 861{,}0.10^{-6}\,t + 8{,}990.10^{-6}\,t^2},$$

qui permet de calculer la densité à 0° d'une eau de mer dont on a mesuré l'indice à la température t.

A 0° la dernière formule se réduit à une forme plus simple :

$$\frac{n_0 - 1{,}09010}{d_0} = 0{,}24399$$

Cette équation, qui se vérifie avec une grande exactitude, est à rapprocher de la loi de Gladstone et Dale : $\frac{n-1}{d} = K$ dont la précision manque de rigueur dans le cas qui nous occupe.

Conseils pour l'exécution des mesures. En principe toutes les mesures d'indices devront se faire à la température ambiante ; les dispositifs de chauffage compliqués et onéreux sont donc sans intérêt pour les océanographes qui ne considèrent les indices que pour revenir à la densité.

I. *On opère avec le réfractomètre d'Abbe.* Entre chaque opération essuyer les prismes avec un vieux linge, en frottant le moins possible pour ne pas échauffer les prismes de verre.

1° Si l'on dispose d'une conduite d'eau, on fera passer un courant à travers l'appareil pendant quelques minutes avant de faire une mesure, pour égaliser les températures des différentes parties de l'instrument. A la sortie du réfractomètre l'eau de circulation traversera un récipient où l'on aura placé le flacon contenant l'échantillon d'eau de mer. De cette façon, l'eau de mer et le réfractomètre seront à la même température quand on fera la mesure. La goutte d'eau étant introduite, la mesure sera presque instantanée sans crainte d'évaporation.

2° A bord et dans les laboratoires sans eau courante il faudra placer l'échantillon dans son flacon à côté du réfractomètre, prismes ouverts pendant dix minutes, un quart d'heure pour que les températures s'égalisent. Pendant le nettoyage échauffer le moins possible les prismes qui, mauvais conducteur de la chaleur, ne reviennent que lentement à la température ambiante.

II. *On opère avec le réfractomètre à immersion.*

1° *Remplissage.* Adapter le fond de la petite cuve nickelée, puis la saisir par le haut entre le pouce et l'index de la main gauche, y verser quelques centimètres cubes d'eau de mer. Adapter ensuite le réfractomètre tenu dans la main droite au-dessous de la bague du compensateur, serrer à fond la fermeture à baïonnette.

2° *Nettoyage.* Séparer la cuve, vider celle-ci et l'essuyer soigneusement après avoir enlevé le fond mobile. Essuyer doucement le prisme de verre avec un vieux linge de toile en prenant les mêmes précautions que plus haut pour ne pas l'échauffer.

3° Dans les laboratoires disposant d'une conduite d'eau on emploiera le vase en tôle modèle B du catalogue Zeiss, dans lequel on établira une circulation d'eau à la température de la conduite. Le réfractomètre étant rempli comme il est dit au 1°, on le plongera dans le bain, suspendu par ses crochets au support en étrier de la cuve. Après attente de quelques minutes (moins de dix), on fera la lecture en se conformant aux instructions qui accompagnent l'instrument.

4° Dans les laboratoires n'ayant pas de conduite d'eau et à bord si le temps le permet, on pourra remplacer avantageusement le vase B en tôle par un simple vase à pile Leclanché en verre. Ce vase sera fermé par un bouchon de liège ajusté, le thermomètre enfilé dans un petit bouchon de caoutchouc, prendra la place du crayon de zinc de la pile. Le bouchon de liège sera percé d'un trou d'environ 40^{mm} de diamètre et légèrement ovalisé (1) par lequel pénétrera le réfractomètre. Ce dernier sera muni d'une bague de caoutchouc (découpé dans un gros tube) formant joint étanche. On placera sous le vase une feuille de papier blanc pour diffuser la lumière. La fig. 1 fait comprendre ce dispositif très simple. Un litre d'eau suffit dans le vase, qui est suffisamment étanche pour être employé à bord par mer calme. On aura un bouchon de caoutchouc de diamètre approprié qui prendra la place du réfractomètre quand on enlèvera ce dernier pour le nettoyer, on évitera ainsi tout risque de projection d'eau au dehors puisque le vase à pile sera toujours hermétiquement fermé.

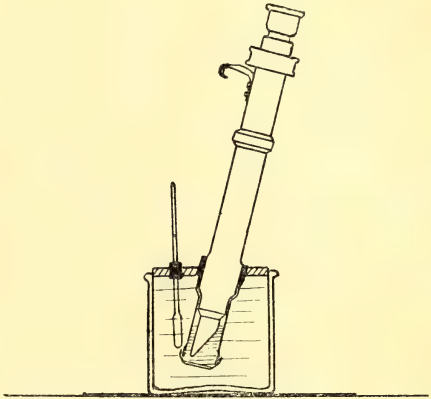


fig 1

5° Si l'on craint des ennuis avec un bain d'eau, on opèrera avec le vase en verre décrit au 4°, mais, on le *laissera vide*. On aura ainsi un bain d'air à température ambiante et protégé contre toute agitation atmosphérique extérieure. Il faudra cependant placer les flacons contenant les échantillons, au moins un quart d'heure à l'avance (s'ils sont de petite capacité) à côté du réfractomètre pour que les températures s'égalisent et que les indications du thermomètre soient correctes. Il y a d'ailleurs un moyen très simple de s'assurer qu'on est bien en équilibre de température, il suffit de faire plusieurs lectures successives à quelques minutes d'intervalle, les indications du thermomètre et du réfractomètre doivent rester constantes, sinon il faut attendre encore. Enfin il est recommandé d'éviter tout échauffement du réfractomètre soit par le contact des mains, soit par frottement au cours du nettoyage.

---

(1) Pour faire tenir le réfractomètre dans une position un peu oblique qui favorise l'observation.

IV. Résultats numériques : Tableaux-Graphique.

Disposition et usage des Tables.

I. Le premier tableau permet de transformer les divisions de l'échelle du réfractomètre à immersion en indice de réfraction par rapport à la raie D. Si le constructeur changeait la nature du verre dont est constitué le prisme les nombres de ce tableau devraient subir des corrections qui entraîneraient la modification du tableau III.

II. Le tableau II donne pour toutes les températures comprises entre o et 33°, les densités et indices correspondants de l'eau distillée et des huit eaux de mer types de l'échelle de Knudsen.

Son emploi se comprendra plus facilement sur un exemple.

Supposons que l'indice d'une eau de mer soit 1,3382 à 18°,5. En nous reportant aux lignes horizontales de 18 et 19° nous voyons que le σ_0 cherché est compris entre 20 et 24 (densité à o° comprise entre 1,020 et 1024). Quand la température passe de 18 à 19° les indices de $\sigma_0 = 20$ et $\sigma_0 = 24$ diminuent de 0,0001, pour 1/2° la variation est 0.00005 et l'indice de l'eau essayée serait 1,33825 à 18°.

Si l'on veut connaître la densité à 12° par exemple, température *in situ* on écrit :

$$D^{12^\circ} = D^{12^\circ}_{\sigma_0 = 20} + \left(D^{12^\circ}_{\sigma_0 = 24} - D^{12^\circ}_{\sigma_0 = 20}\right) \frac{n^{18^\circ} - n^{18^\circ}_{\sigma^\circ = 20}}{n^{18^\circ}_{\sigma_0 = 24} - n^{18^\circ}_{\sigma_0 = 20}}$$

or on trouve pour densités à 12° : 1,01880 et 1,02264 respectivement pour $\sigma_0 = 20$ et $\sigma_0 = 24$, la différence a pour valeur 0,00384.

D'autre part à 18°, les indices sont 1,33785 et 1,33875 pour $\sigma^0 = 20$ et $\sigma_0 = 24$ on a donc :

$$D^{12} = 1{,}01880 + 0{,}00384 . \frac{1{,}33825 - 1{,}33785}{1{,}33875 - 1{,}33785} = 1{,}01880 + 0{,}00170,$$

la densité cherchée est 1,0205 à 12°.

On trouverait de même à o° :

$$D_0 = 1{,}0200 + 0{,}00400 . \frac{1{,}33825 - 1{,}33785}{1{,}33875 - 1{,}33785} = 1{,}0200 + 0{,}0018,$$

densité à o° = 1,0218.

III. Les Tableaux III donnent pour toutes les températures entre o et 33° les densités à o° des eaux de mer en fonction des divisions du réfractomètre.

Soit par exemple 28,7 divisions à 15°,7.

Pour 28 divisions à 15°	1,0204 ,	différence tabulaire pour 1 division : 16.
table des P. P., pour 0,7	0,00112,	différence pour 1 degré 0,0004
pour 0°,7	0,00028	
Densité à 0°	1,0218.	

On n'a pas calculé de tables de parties proportionnelles pour la température, une variation de 1° correspondant à une variation de densité au plus égale à 0,0006.

IV. *Graphique.* Reprenons l'exemple précédent n = 1,3382 à 18°,5, posons sur le graphique une bande étroite de papier (papier calque de préférence) dont l'un des bords coïncide exactement avec l'ordonnée 18°,5. Repérons sur la bande de papier la position du point 1,3382 par un petit trait horizontal c et les intersections a et b du bord du papier avec les courbes noires $\sigma_0 = 20$ et $\sigma_0 = 24$ (courbes d'indices) qui encadrent le point 1,3382 (Fig. 2.).

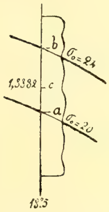


fig. 2

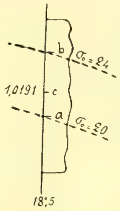


fig. 3

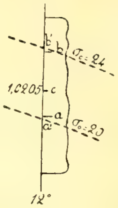


fig. 4

Pour avoir la densité à 18°,5 il suffit de faire glisser la bande de papier le long de l'ordonnée de 18°,5 en faisant coïncider les repères a et b avec les intersections des courbes pointillées $\sigma_0 = 20$ et $\sigma_0 = 24$ (courbes de densités). En face du repère c on lit la densité 1,091.

Si l'on veut obtenir la densité à 12°, on transportera la bande de papier le long de l'ordonnée de 12°, mais cette fois l'intervalle a b est légèrement plus petit que l'intervalle a' b' entre les courbes pointillées $\sigma_0 = 20$ et $\sigma_0 = 24$, on partage alors la différence aux deux extrémités a et b (fig. 4) et on lit en face du point c la densité cherchée : 1,0205, résultat identique à celui obtenu par interpolation à l'aide du tableau II mais sans aucun calcul.

Conclusions. — La détermination de la densité des eaux de mer s'obtient avec 4 chiffres décimaux par une mesure d'indice, effectuée comme il est indiqué plus haut sur moins de 10 cc. de liquide. Les tables ou le graphique permettent de passer facilement de l'indice à la densité à une *température quelconque* par conséquent à la température *in situ*.

Le temps nécessaire pour exécuter une mesure complète, calcul compris, n'excède pas un quart d'heure pour un expérimentateur moyennement exercé.

Pour calculer la densité à 0° on pourrait utiliser la formule indiquée en dressant un tableau des termes :

$$A = 1{,}0901 - 845{,}6.10^{-6}t + 10{,}767.10^{-6}t^2$$

$$\text{et } B = 0{,}24399 - 861{,}0.10^{-6}t + 8{,}99.10^{-6}t^2$$

calculés pour toutes les températures.

TABLEAU I

Indices de réfraction d'après les divisions de l'échelle du réfractomètre à immersion.

Divisions	Indices	Divisions	Indices	Parties proportionnelles
10	1,33126	25	1,33705	39 1 | 3,9 2 | 7,8 3 | 11,7 4 | 15,6 5 | 19,5 6 | 23,4 7 | 27,3 8 | 31,2 9 | 35,1
11	165	26	743	
12	204	27	781	
13	242	28	820	
14	281	29	858	
15	1,33320	30	1,33896	
16	358	31	934	
17	397	32	972	38 1 | 3,8 2 | 7,6 3 | 11,4 4 | 15,2 5 | 19,0 6 | 22,8 7 | 26,6 8 | 30,4 9 | 34,2
18	435	33	4010	
19	474	34	048	
20	1,33513	35	1,34086	
21	551	36	124	
22	590	37	162	
23	628	38	199	
24	667	39	237	

Tableau II. — *Densités et Indices des Eaux de Mer entre 0 et 33°*

Températures	EAU PURE		$\sigma_0 = 4$		$\sigma_0 = 8$		Températures
	Densités	Indices	Densités	Indices	Densités	Indices	
0	0,99987	1,33406	1,00400	1,33506	1,00800	1,33603	0
1	92	404	404	504	802	601	1
2	97	402	406	502	803	599	2
3	99	400	407	499	802	596	3
4	1,00000	398	406	496	800	593	4
5	0,99999	1,33395	1,00404	1,33493	1,00795	1,33589	5
6	97	392	400	489	790	585	6
7	93	388	394	485	783	581	7
8	87	384	387	480	775	576	8
9	81	379	380	475	765	571	9
10	0,99973	1,33374	1,00370	1,33470	1,00755	1,33565	10
11	63	369	360	464	743	559	11
12	52	363	347	458	730	552	12
13	40	357	334	452	715	545	13
14	27	350	320	445	700	538	14
15	0,99913	1,33343	1,00304	1,33438	1,00683	1,33531	15
16	897	336	287	430	666	523	16
17	880	328	270	422	647	515	17
17,5	0,99871	1,33324	1,00260	1,33418	1,00637	1,33511	17,5
18	862	320	250	414	627	507	18
19	843	312	230	405	606	498	19
20	0,99823	1,33303	1,00210	1,33396	1,00584	1,33489	20
21	802	294	187	387	561	480	21
22	779	285	164	377	538	470	22
23	756	275	140	367	513	460	23
24	732	265	116	357	487	450	24
25	0,99707	1,33255	1,00090	1,33347	1,00460	1,33439	25
26	681	244	063	336	433	428	26
27	654	233	035	325	404	417	27
28	626	222	006	314	375	406	28
29	597	211	0,99976	303	345	394	29
30	0,99567	1,33200	0,99946	1,33291	1,00313	1,33382	30
31	537	188	914	279	281	370	31
32	505	176	882	266	248	357	32
33	473	163	850	253	215	344	33

Tableau II. *(Suite)*

Températures	$\sigma_0 = 12$		$\sigma_0 = 16$		$\sigma_0 = 18$		Températures
	Densités	Indices	Densités	Indices	Densités	Indices	
0	1,01200	1,33701	1,01600	1,33798	1,02000	1,33897	0
1	1200	699	1599	795	1997	894	1
2	1199	696	1596	792	1993	890	2
3	1197	693	1592	788	1987	886	3
4	1193	689	1586	784	1980	882	4
5	1,01187	1,33685	1,01579	1,33780	1,01972	1,33877	5
6	1180	680	1571	775	1962	872	6
7	1172	675	1561	770	1951	866	7
8	1163	670	1551	765	1940	860	8
9	1152	665	1539	759	1926	854	9
10	1,01140	1,33659	1,01526	1,33753	1,01912	1,33848	10
11	1127	653	1511	747	1896	841	11
12	1113	646	1496	740	1880	834	12
13	1097	639	1480	733	1862	827	13
14	1081	632	1462	726	1844	819	14
15	1,01063	1,33624	1,01443	1,33718	1,01824	1,33811	15
16	1044	616	1424	710	1804	803	16
17	1025	608	1403	701	1782	794	17
17,5	1,01015	1,33604	1,01392	1,33697	1,01771	1,33790	17,5
18	1004	599	1382	692	1760	785	18
19	0982	590	1359	683	1736	776	19
20	1,00960	1,33581	1,01335	1,33673	1,01712	1,33766	20
21	936	571	1311	663	1686	756	21
22	911	561	1286	653	1660	746	22
23	886	551	1260	643	1633	735	23
24	859	541	1232	633	1606	724	24
25	1,00832	1,33530	1,01204	1,33622	1,01577	1,33713	25
26	804	519	1175	611	1547	702	26
27	774	508	1145	600	1517	691	27
28	744	497	1115	588	1486	679	28
29	713	485	1083	576	1454	667	29
30	1,00682	1,33473	1,01051	1,33564	1,01421	1,33655	30
31	649	461	1018	552	1387	642	31
32	615	449	0984	539	1352	629	32
33	581	436	0949	526	1317	616	33

TABLEAU II. *(Suite)*

Températures	$\sigma_0 = 24$		$\sigma_0 = 28$		$\sigma_0 = 32$		Températures
	Densités	Indices	Densités	Indices	Densités	Indices	
0°	1,02400	1.33994	1,02800	1,34092	1,03200	1,34190	0°
1	2396	990	2794	088	3193	186	1
2	2390	986	2787	084	3184	181	2
3	2383	982	2778	079	3174	176	3
4	2374	977	2768	074	3163	171	4
5	1,02364	1,33972	1,02757	1,34069	1,03150	1,34165	5
6	2353	967	2745	064	3137	159	6
7	2341	961	2732	058	3122	153	7
8	2328	955	2717	052	3106	147	8
9	2314	949	2702	045	3090	140	9
10	1,02298	1,33943	1,02685	1,34038	1,03072	1,34133	10
11	2282	936	2667	031	3053	126	11
12	2264	929	2649	023	3034	118	12
13	2245	921	2629	015	3013	110	13
14	2226	913	2608	007	2992	101	14
15	1,02205	1,33905	1,02587	1,33999	1,02969	1,34092	15
16	2184	896	2565	990	2946	083	16
17	2161	887	2541	981	2922	073	17
17,5	1,02150	1,33883	1,02529	1,33976	1,02909	1,33068	17,5
18	2138	878	2517	971	2897	063	18
19	2114	868	2492	961	2871	053	19
20	1,02089	1,33858	1,02466	1,33951	1,02844	1,34043	20
21	2063	848	2439	941	2817	032	21
22	2036	838	2412	930	2788	021	22
23	2008	827	2384	919	2759	010	23
24	1980	816	2354	908	2730	3999	24
25	1,01950	1,33805	1,02324	1,33897	1,02699	1,33988	25
26	1920	794	2294	885	2668	976	26
27	1889	782	2262	873	2636	964	27
28	1857	770	2230	861	2603	952	28
29	1825	758	2197	849	2569	940	29
30	1,01791	1,33746	1,02163	1,33836	1,02535	1,33927	30
31	1757	733	2128	823	2500	914	31
32	1722	720	2093	809	2465	901	32
33	1686	707	2057	795	2428	888	33

Tableau III. — *Densités de l'Eau de Mer à 0° d'après les*

Divisions	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
15									
16									
17	0,9995	0,9996	0,9997	0,9998	0,9999	1,0000	1,0001	1,0003	1,0005
18	1,0011	1,0012	1,0013	1,0014	1,0015	016	017	019	021
19	027	028	029	030	031	032	033	035	037
20	1,0043	1,0044	1,0045	1,0046	1,0047	1,0048	1,0050	1,0052	1,0054
21	059	060	061	062	063	064	066	068	070
22	075	076	077	078	079	080	082	084	086
23	090	091	092	093	094	096	098	100	102
24	106	107	108	109	110	112	114	116	118
25	1,0122	1,0123	1,0124	1,0125	1,0126	1,0128	1,0130	1,0132	1,0134
26	137	138	139	140	142	144	146	148	150
27	153	154	155	156	158	160	162	164	166
28	169	170	171	172	174	176	178	180	183
29	185	186	187	188	190	192	194	196	199
30	1,0200	1,0201	1,0202	1,0204	1,0206	1,0208	1,0210	1,0212	1,0215
31	216	217	218	220	222	224	226	228	231
32	231	232	234	236	238	240	242	244	247
33	247	248	250	252	254	256	258	260	263
34	262	264	266	268	270	272	274	276	279
35	1,0277	1,0279	1,0281	1,0283	1,0285	1,0287	1,0289	1,0291	1,0294
36	293	295	297	299	301	303	305	308	311
37	309	311	313	315	317	319	321	324	327
38	324	326	328	330	332	335	337	340	
39	339	341							

divisions du réfractomètre à immersion et la température entre 0 et 16°.

9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	Division	P. P.	
									15	
						0,9989	0,9992	15	1	1,5
	0,9992	0,9994	0,9996	0,9999	1,0002	1,0005	1,0008	16	2	3,0
1,0007	1,0009	1,0011	1,0013	1,0016	019	022	025	17	3	4,5
023	025	027	029	032	035	038	041	18	4	6,0
039	041	043	046	049	052	055	058	19	5	7,5
									6	9,0
1,0056	1,0058	1,0060	1,0063	1,0066	1,0069	1,0072	1,0075	20	7	10,5
072	075	077	080	083	086	089	092	21	8	12,0
088	091	093	096	099	102	105	108	22	9	13,5
104	107	110	113	116	119	122	125	23	16	
121	124	126	129	132	135	138	141	24	1	1,6
									2	3,2
1,0137	1,0140	1,0143	1,0146	1,0149	1,0152	1,0155	1,0158	25	3	4,8
153	156	159	162	165	168	171	174	26	4	6,4
169	172	175	178	181	184	187	191	27	5	8,0
186	189	192	195	198	201	204	208	28	6	9,6
202	205	208	211	214	217	220	224	29	7	11,2
									8	12,8
1,0218	1,0221	1,0224	1,0227	1,0230	1,0233	1,0236	1,0240	30	9	14,4
234	237	240	243	246	249	253	257	31	17	
250	253	256	259	262	265	269	273	32	1	1,7
266	269	272	275	278	281	285	289	33	2	3,4
282	285	288	291	294	297	301	305	34	3	5,1
									4	6,8
1,0297	1.0301	1,0304	1,0307	1,0310	1,0313	1,0317	1,0321	35	5	8,5
314	317	320	323	326	330	334	338	36	6	10,2
330	333	336	339	342				37	7	11,9
								38	8	13,6
								39	9	15,3

Tableau III. — *Densités de l'Eau de Mer à 0° d'après les divisions du réfractomètre à immersion et la température entre 0 et 16°.*

Divisions	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	Division
15																0,9989	0,9992	15
16											0,9992	0,9994	0,9996	0,9999	1,0002	1,0005	1,0008	16
17	0,9995	0,9996	0,9997	0,9998	0,9999	1,0000	1,0001	1,0003	1,0005	1,0007	1,0009	1,0011	1,0013	1,0016	019	022	025	17
18	1,0011	1,0012	1,0013	1,0014	1,0015	016	017	019	021	023	025	027	029	032	035	038	041	18
19	027	028	029	030	031	032	033	035	037	039	041	043	046	049	052	055	058	19
20	1,0043	1,0044	1,0045	1,0046	1,0047	1,0048	1,0050	1,0052	1,0054	1,0056	1,0058	1,0060	1,0063	1,0066	1,0069	1,0072	1,0075	20
21	059	060	061	062	063	064	066	068	070	072	075	077	080	083	086	089	092	21
22	075	076	077	078	079	080	082	084	086	088	091	093	096	099	102	105	108	22
23	090	091	092	093	094	096	098	100	102	104	107	110	113	116	119	122	125	23
24	106	107	108	109	110	112	114	116	118	121	124	126	129	132	135	138	141	24
25	1,0122	1,0123	1,0124	1,0125	1,0126	1,0128	1,0130	1,0132	1,0134	1,0137	1,0140	1,0143	1,0146	1,0149	1,0152	1,0155	1,0158	25
26	137	138	139	140	142	144	146	148	150	153	156	159	162	165	168	171	174	26
27	153	154	155	156	158	160	162	164	166	169	172	175	178	181	184	187	191	27
28	169	170	171	172	174	176	178	180	183	186	189	192	195	198	201	204	208	28
29	185	186	187	188	190	192	194	196	199	202	205	208	211	214	217	220	224	29
30	1,0200	1,0201	1,0202	1,0204	1,0206	1,0208	1,0210	1,0212	1,0215	1,0218	1,0221	1,0224	1,0227	1,0230	1,0233	1,0236	1,0240	30
31	216	217	218	220	222	224	226	228	231	234	237	240	243	246	249	253	257	31
32	231	232	234	236	238	240	242	244	247	250	253	256	259	262	265	269	273	32
33	247	248	250	252	254	256	258	260	263	266	269	272	275	278	281	285	289	33
34	262	264	266	268	270	272	274	276	279	282	285	288	291	294	297	301	305	34
35	1,0277	1,0279	1,0281	1,0283	1,0285	1,0287	1,0289	1,0291	1,0294	1.0297	1.0301	1,0304	1,0307	1,0310	1,0313	1,0317	1,0321	35
36	293	295	297	299	301	303	305	308	311	314	317	320	323	326	330	334	338	36
37	309	311	313	315	317	319	321	324	327	330	333	336	339	342				37
38	324	326	328	330	332	335	337	340										38
39	339	341																39

P. P.	15	16	17
1	1,5	1,6	1,7
2	3,0	3,2	3,4
3	4,5	4,8	5,1
4	6,0	6,4	6,8
5	7,5	8,0	8,5
6	9,0	9,6	10,2
7	10,5	11,2	11,9
8	12,0	12,8	13,6
9	13,5	14,4	15,3

TABLEAU III. — *Densité de l'Eau de Mer à 0° d'après les divisions*

Divisions	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°
11									
12									
13									0,9993
14				0,9989	0,9993	0,9997	1,0001	1,0005	1,0010
15	0,9995	0,9998	1,0002	1,0006	1,0010	1,0014	1,0018	1,0022	1,0027
16	1,0011	1,0015	1,0019	023	027	031	035	039	044
17	028	032	036	040	044	048	052	056	061
18	044	048	052	056	060	064	068	073	078
19	061	065	069	073	077	081	085	090	095
20	1,0078	1,0082	1,0086	1,0090	1,0094	1,0098	1,0102	1,0107	1,0112
21	095	099	103	107	111	115	119	124	129
22	111	115	119	123	127	131	136	141	146
23	128	132	136	140	144	148	153	158	163
24	145	149	153	157	161	165	170	175	180
25	1,0162	1,0166	1,0170	1,0174	1,0178	1,0182	1,0186	1,0191	1,0196
26	178	182	186	190	194	198	203	208	213
27	195	199	203	207	211	215	220	225	230
28	212	216	220	224	228	232	237	242	247
29	228	232	236	240	244	249	254	259	264
30	1,0244	1,0248	1,0252	1,0257	1,0261	1,0266	1,0271	1,0276	1,0281
31	261	265	269	273	277	282	287	292	297
32	277	281	285	290	294	299	304	309	314
33	293	297	301	306	310	315	320	325	330
34	309	313	317	322	327	332	337	342	
35	1,0325	1,0329	1,0334	1,0339	1,0343				
36	342								

du réfractomètre à immersion et la température entre 17 et 33°.

26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	Divisions	P. P.	
						0,9993	0,9999	11	16	
			0,9996	1,0000	1,0005	1,0011	1,0017	12	1	1,6
0,9998	1,0003	1,0008	1,0013	018	023	028	034	13	2	3,2
1,0015	020	025	030	035	040	045	051	14	3	4,8
									4	6,4
1,0032	1,0037	1,0042	1,0047	1,0052	1,0057	1,0062	1,0068	15	5	8,0
049	054	059	064	069	074	079	085	16	6	9,6
066	071	076	081	087	092	097	102	17	7	11,2
083	088	093	098	104	109	114	119	18	8	12,8
100	105	110	115	121	126	131	136	19	9	14,4
									17	
1.0117	1,0122	1,0127	1,0132	1,0138	1,0143	1,0148	1,0154	20	1	1,7
134	139	144	149	155	160	165	171	21	2	3,4
151	156	161	166	172	177	182	188	22	3	5,1
168	173	178	183	189	194	199	205	23	4	6,8
185	190	195	200	206	211	216	222	24	5	8,5
									6	10,2
1,0201	1,0206	1,0211	1,0217	1,0223	1,0228	1,0233	1,0239	25	7	11,9
218	223	228	233	239	244	250	256	26	8	13,6
235	240	245	250	256	261	267	273	27	9	15,3
252	257	262	267	273	278	284	290	28	18	
269	274	279	284	290	295	301	307	29	1	1,8
									2	3,6
1,0286	1,0291	1,0296	1,0301	1,0307	1,0312	1,0318	1,0324	30	3	5,4
302	307	312	318	324	329	335	341	31	4	7,2
319	324	329	335	341				32	5	9,0
335	340							33	6	10,8
								34	7	12,6
									8	14,4
								35	9	16,2
								36		

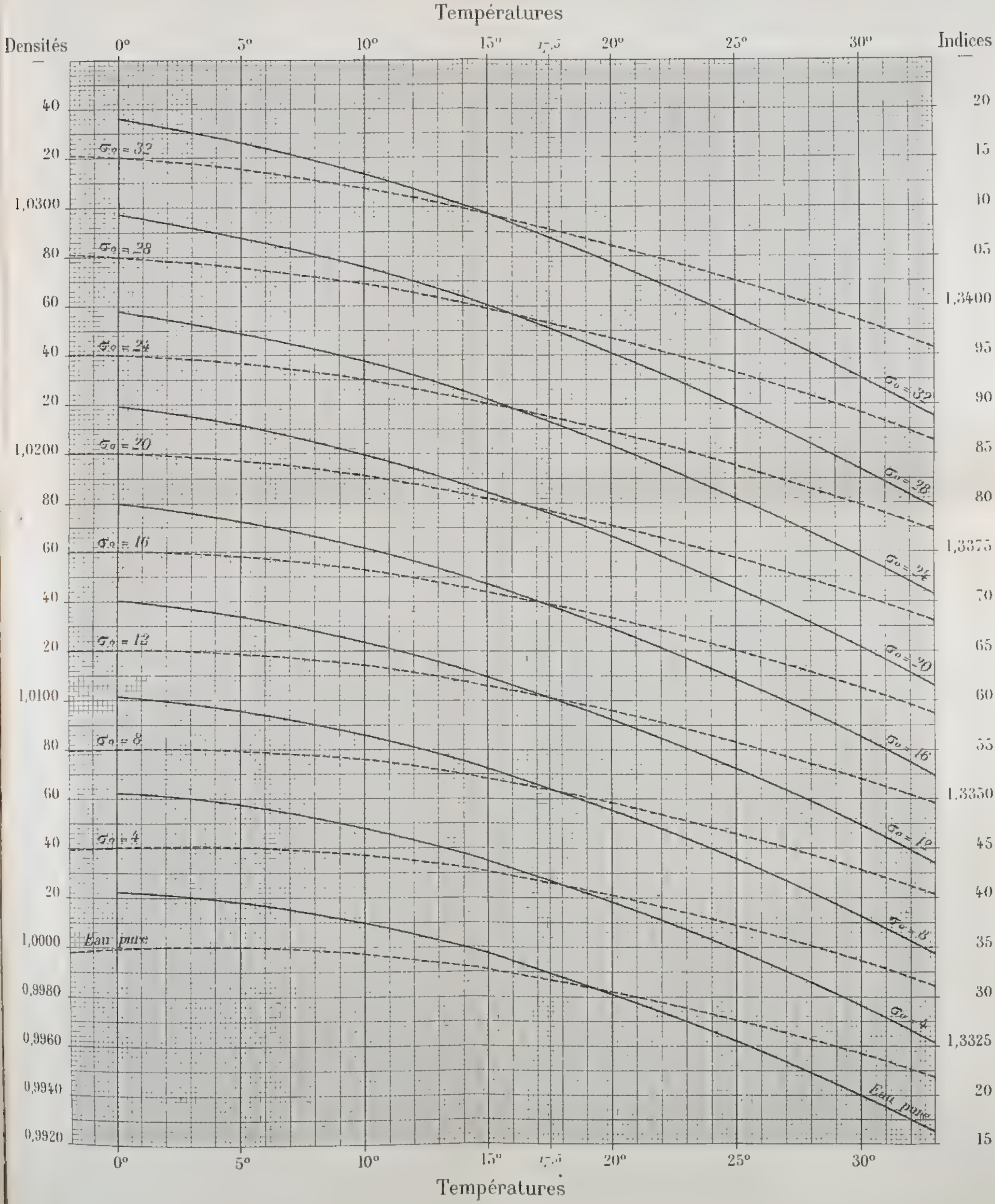
TABLEAU III. — *Densité de l'Eau de Mer à 0° d'après les divisions du réfractomètre à immersion et la température entre 17 et 33°.*

Divisions	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°
11																0,9993	0,9999
12													0,9996	1,0000	1,0005	1,0011	1,0017
13									0,9993	0,9998	1,0003	1,0008	1,0013	018	023	028	034
14				0,9989	0,9993	0,9997	1,0001	1,0005	1,0010	1,0015	020	025	030	035	040	045	051
15	0,9995	0,9998	1,0002	1,0006	1,0010	1,0014	1,0018	1,0022	1,0027	1,0032	1,0037	1,0042	1,0047	1,0052	1,0057	1,0062	1,0068
16	1,0011	1,0015	1,0019	023	027	031	035	039	044	049	054	059	064	069	074	079	085
17	028	032	036	040	044	048	052	056	061	066	071	076	081	087	092	097	102
18	044	048	052	056	060	064	068	073	078	083	088	093	098	104	109	114	119
19	061	065	069	073	077	081	085	090	095	100	105	110	115	121	126	131	136
20	1,0078	1,0082	1,0086	1,0090	1,0094	1,0098	1,0102	1,0107	1,0112	1,0117	1,0122	1,0127	1,0132	1,0138	1,0143	1,0148	1,0154
21	095	099	103	107	111	115	119	124	129	134	139	144	149	155	160	165	171
22	111	115	119	123	127	131	136	141	146	151	156	161	166	172	177	182	188
23	128	132	136	140	144	148	153	158	163	168	173	178	183	189	194	199	205
24	145	149	153	157	161	165	170	175	180	185	190	195	200	206	211	216	222
25	1,0162	1,0166	1,0170	1,0174	1,0178	1,0182	1,0186	1,0191	1,0196	1,0201	1,0206	1,0211	1,0217	1,0223	1,0228	1,0233	1,0239
26	178	182	186	190	194	198	203	208	213	218	223	228	233	239	244	250	256
27	195	199	203	207	211	215	220	225	230	235	240	245	250	256	261	267	273
28	212	216	220	224	228	232	237	242	247	252	257	262	267	273	278	284	290
29	228	232	236	240	244	249	254	259	264	269	274	279	284	290	295	301	307
30	1,0244	1,0248	1,0252	1,0257	1,0261	1,0266	1,0271	1,0276	1,0281	1,0286	1,0291	1,0296	1,0301	1,0307	1,0312	1,0318	1,0324
31	261	265	269	273	277	282	287	292	297	302	307	312	318	324	329	335	341
32	277	281	285	290	294	299	304	309	314	319	324	329	335	341			
33	293	297	301	306	310	315	320	325	330	335	340						
34	309	313	317	322	327	332	337	342									
35	1,0325	1,0329	1,0334	1,0339	1,0343												
36	342																

P. P.	16	17	18
1	1,6	1,7	1,8
2	3,2	3,4	3,6
3	4,8	5,1	5,4
4	6,4	6,8	7,2
5	8,0	8,5	9,0
6	9,6	10,2	10,8
7	11,2	11,9	12,6
8	12,8	13,6	14,4
9	14,4	15,3	16,2

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
National Museum.

INDICES ET DENSITÉS DE L'EAU DE MER



FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

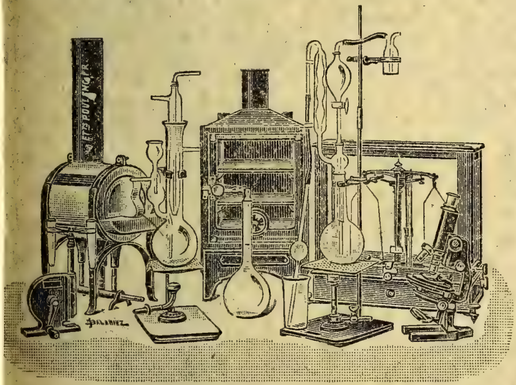
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMETRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE
VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végetale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

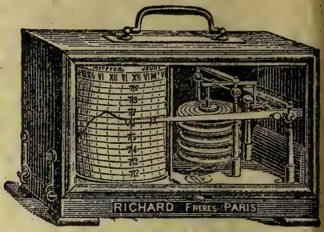
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

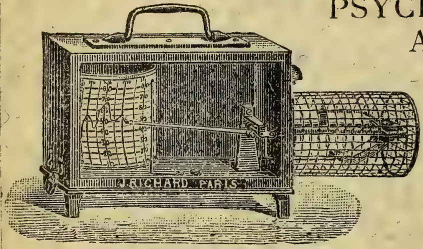
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

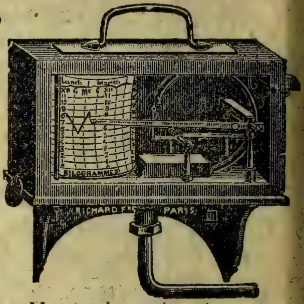

RICHARD FRERES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

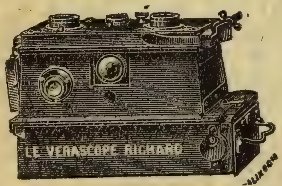
Thermomètre enregistreur

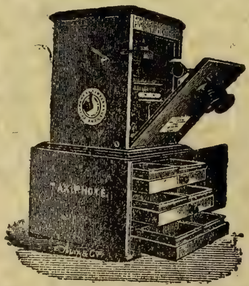
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD F... PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VERASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

508.2

N° 396. 30 Juillet 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
254181
National Museum.

ÉCHINODERMES
(Astéries, Ophiures, Échinides et Crinoïdes) des dernières campagnes de la *Princesse-Alice* et de l'*Hirondelle II.*

ene
Par R. KŒHLER.
Professeur à l'Université de Lyon.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

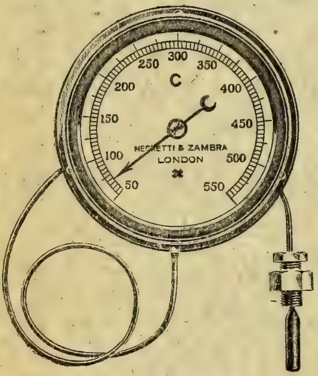
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

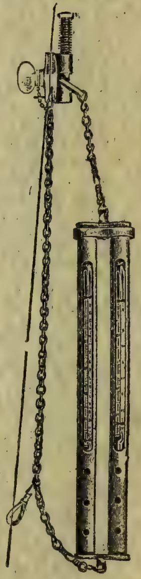
Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier



PRÉCISION
GARANTIE
à
1 % près

THERMOMÈTRE
à
DISTANCE
à
CADRAN ou ENREGISTREUR

THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

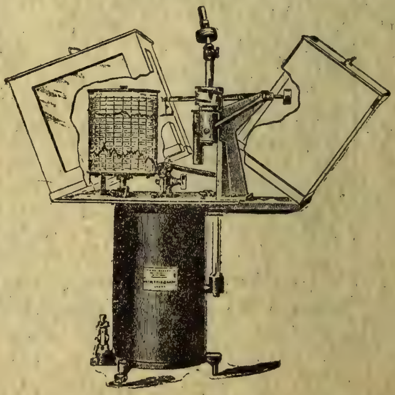


CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE

INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

V. 921.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 396. — 30 Juillet 1921.

ÉCHINODERMES
(Astéries, Ophiures, Échinides et Crinoïdes) des dernières campagnes de la *Princesse-Alice* et de l'*Hirondelle II.*

Par R.ène KŒHLER.
Professeur à l'Université de Lyon.

Les Échinodermes dont je donne l'énumération ci-dessous, proviennent des Campagnes de la *PRINCESSE-ALICE* postérieures à 1907, date à laquelle je me suis arrêté dans mon mémoire publié en 1909 et qui constitue le fascicule XXXVI des « Résultats des campagnes scientifiques du Prince de Monaco », ainsi que des premières campagnes de l'*HIRONDELLE II.*

Ces Échinodermes ne sont pas très nombreux et pour la plupart ils appartiennent à des espèces rencontrées plus ou moins fréquemment par le Prince dans ses campagnes antérieures. Il m'a paru néanmoins utile d'en donner l'énumération, ne serait-ce que pour fixer la position géographique des espèces recueillies. La collection renferme d'ailleurs une Ophiure que je considère comme nouvelle et dont je donnerai la description plus loin.

ASTÉRIES

	STATIONS
Brisinga coronata G. O. Sars	2320 (fragments), 3144 (1)[1], 3150 (fragments).
Freyella sexradiata Sladen	3437 (1).
Asterias rubens O. F. Müller	2773 (2).
Nanaster albulus (Stimpson)	2534 (3).
Pedicellaster sexradiatus Perrier	3006 (1 très petit).
Zoroaster fulgens Wyville Thomson	3437 (1).
Neomorphaster Talismani Perrier	3293 (8).
Lophaster furcifer Danielssen et Koren	2632 (1).
Hymenaster giganteus Sladen	3006 (2).
Hymenaster membranaceus Sladen	2990 (quelques)
Gnathaster mediterraneus (Marenzeller)	2717 (1), 2720 (1).
Plinthaster (Pentagonaster) Perrieri (Sladen)	3150 (8), 3293 (1).
Nymphaster (Dorigona) arenatus (Perrier)	2717 (quelques), 2720 (2 petits)
Pseudarchaster (Astrogonium) fallax (Perrier)	3150 (4), 3293 (2).
Dytaster Agassizi Perrier	2986 (3), 2994 (4 petits), 2997 (3).
Psilasteropsis patagiatus (Sladen)	3150 (quelques petits).
Plutonaster bifrons Wyville Thomson	2320 (2).
Plutonaster marginatus Kœhler	3293 (5 dont 4 petits).
Plutonaster notatus Sladen	3150 (1).
Plutonaster rigidus Sladen	3150 (1), 3437 (11), 3473 (12), 3476 (3).
Benthopecten armatus (Sladen)	2990 (5).
Pectinaster (Pontaster) venustus (Sladen)	2990 (2), 3293 (5), 3437 (5).
Hyphalaster fortis Kœhler	2986 (2).
Hyphalaster gracilis Kœhler	3223 (1).
Styracaster elongatus Kœhler	2948 (2), 2986 (1).
Styracaster horridus Sladen	2986 (1), 2994 (1), 2997 (1).

OPHIURES

Asteronyx Loveni Müller et Troschel	2990 (1), 3437 (2).
Astrochema inornatum Kœhler	3113 (1), 3150 (1), 3437 (2), 3457 (1).
Ophiacantha abyssicola G. O. Sars	2743 (quelques)
Ophiacantha aristata Kœhler	3137 (2), 3150 (2).
Ophiacantha lineata Kœhler	3140 (une vingtaine d'échantillons).
Ophiacantha veterna Kœhler	3137 (2).

---

[1] Les chiffres entre parenthèses après les noms d'espèces indiquent le nombre des exemplaires recueillis.

	STATIONS
Ophiolebes bacata nov. sp.	3113 (1).
Ophioleda minima Kœhler	2743 (5).
Ophiothrix fragilis Abildgaard	2974 (plusieurs).
Amphiura grandis Kœhler	2990 (1).
Amphiura filiformis (O. F. Müller)	2912 (1).
Ophiactis corallicola Kœhler	2743 (1), 3150 (1), 3293 (1).
Amphilepis norvegica (Ljungman)	2986 (1).
Ophiura albida (Forbes)	2974 (1).
Ophiura aurantiaca Verrill	3150 (1).
Ophiura convexa (Kœhler)	2986 (4), 2994 et 2997 (nombreux échantillons), 3412 (quelques).
Ophiura Ljungmani (Lyman)	2990 (3), 3006 (1), 3150 (6).
Ophiomusium Lymani Wyville Thomson	2990 (1), 3150 (1), 3437 (nombreux échantillons), 3473 (6), 3476 (4), 3483 (1).
Ophiomusium planum Lyman	2797 (quelques), 2986 (5), 2994 (quelques).
Ophiocten hastatum Lyman	2990 (1), 3006 (1).
Ophiocten latens Kœhler	2964 (nombreux échantillons.

ÉCHINIDES

Dorocidaris papillata (Leske)	3144 (plusieurs échant.)
Salenia hastigera A. Agassiz	3150 (1), 3250 (2).
Dermatodiadema sp ?	3223 (fragments).
Phormosoma placenta Wyville Thomson	3437 (plusieurs échant.)
Hygrosoma Petersi (Agassiz)	2990 (17 échant.)
Strongylocentratus dröbrachiensis O. F. Müller	3429 (4).
Echinus acutus Lamarck	2717 (3), 2720 (3).
Echinus affinis Mortensen	2990 (quelques échant.)
Palæotropus Hirondellei Kœhler	3137 (2)
Brissaster (Schizaster) fragilis (Düben et Koren)	3437 (1).

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
National Museum

CRINOIDES

Rhizocrinus Rawsoni Pourtalès	3113 (3)

J'ajouterai les remarques suivantes, relatives à quelques-unes de ces espèces, avant de donner la description de l'*Ophiolebes* nouvelle de la station 3113.

Hymenaster giganteus. — C'est la première fois que l'espèce a été rencontrée par le Prince de Monaco. Les deux exemplaires recueillis sont en excellent état de conservation, mais leur diamètre mesure seulement 60 et 95^{mm} : par conséquent ils sont beaucoup plus petits que le type et que quelques-uns des échantillons retrouvés par l'*HELGA* chez lesquels le diamètre atteignait 30 cm. Les individus connus jusqu'à ce jour avaient été dragués à l'ouest des côtes d'Irlande, vers 50-53° N. et 11-14° W., à des profondeurs de 293-770 fms. (536-1409 mètres). Les deux échantillons de la *PRINCESSE-ALICE* proviennent d'une station plus méridionale : 43° 21' N., 12° 02' W., profondeur 2779 mètres.

Ophiacantha lineata. — Stn. 3140. 37° 38' N. ; 26° 01' W. 1378 mètres.

J'ai décrit cette espèce d'après trois exemplaires trouvés en 1895 dans une localité voisine de la précédente ; les individus recueillis à nouveau sont au nombre d'une vingtaine, tous en excellent état et de tailles diverses, depuis les plus petits chez lesquels le diamètre du disque n'est que de 4^{mm}., jusqu'aux plus grands où il est de 8^{mm} ; ils forment une très belle série et sont d'ailleurs bien conformes au type. Le disque paraît toujours rester d'assez petite taille par rapport à la longueur des bras.

Ophioleda minima. — Stn. 2743. 40° 05' N. ; 9° 54' W. 1241 mètres.

Les exemplaires sont tous de taille extrêmement réduite et le diamètre du disque ne dépasse guère 2^{mm}. J'ai expliqué dans mon mémoire : *A contribution to the study of Ophiurans of U. S. Nat. Mus.* (Smithsonian Institution, Bull. 84), les raisons pour lesquelles, par suite d'un retard d'imprimerie, l'espèce avait été décrite dans mon travail de 1909 sous le nom d'*Ophioplinthaca occlusa*, et non sous celui d'*Ophioleda minima*, que je lui avais appliqué antérieurement. Dans un mémoire, actuellement sous presse à Washington, sur les Ophiures recueillies par l'*ALBATROSS* aux îles Philippines, et qui paraîtra j'espère cette année, je suis revenu sur cette espèce que Matsumoto considère comme synonyme de l'*Ophiothamnus venustus*, et j'indique les raisons pour lesquelles je crois devoir conserver le nom d'*Ophioleda minima* n'ayant pas encore de preuves me permettant d'adopter la synonymie admise par Matsumoto, que je considère cependant comme assez vraisemblable. Je prie le lecteur de vouloir bien se reporter à ces deux mémoires.

Ophiothrix fragilis. — Les échantillons de la station 2974 (profondeur 85 mètres) proviennent des parages de Belle-Ile ; j'estime qu'il y a lieu de les rapporter à la variété *pentaphyllum*, mais ils ne sont pas exactement conformes aux individus appartenant à cette variété qu'on trouve dans la

Manche à de plus faibles profondeurs, et ils sont plutôt intermédiaires entre les variétés *echinata* et *pentaphyllum*. Le disque n'est pas très grand en général et son diamètre est ordinairement compris entre 7 et 8^{mm}., il peut atteindre cependant 10^{mm}; les bras, assez minces, ont 35 à 40^{mm} de longueur. Les boucliers radiaux ne sont pas très grands; le disque est couvert de petits bâtonnets entremêlés de piquants très longs et fins, échinulés, parfois très nombreux et serrés. La couleur générale est en partie conservée dans l'alcool; elle est d'un rose plus ou moins vif avec, parfois, des bandes plus foncées vers les bords des boucliers radiaux. Le développement des piquants de la face dorsale du disque rappelle à la fois certaines variétés de l'*O. echinata* et l'*O. quinquemaculata*, mais il ne s'agit nullement de cette dernière espèce et les piquants brachiaux offrent bien la disposition caractéristique de l'*O. fragilis*.

Ophiura aurantiaca. — Stn. 3150. 38° 01' N.; 25° 21' W. 1740 mètres.

Cette espèce, qui est connue surtout sur les côtes des États-Unis, a été rencontrée, dans les mers d'Europe, dans les parages des îles Färoër (840-1300 mètres), et plus récemment par l'*HELGA* à l'ouest de l'Irlande (50° 34' N.; 11° 19' W.), vers 1200 mètres de profondeur. Elle n'avait jamais été capturée par la *PRINCESSE-ALICE* et c'est la première fois qu'on la rencontre dans la région des Açores.

Ophiocten latens. — Stn. 2964. 46° 17' 30" N.; 5° 42' W. 4380 mètres.

L'espèce a été découverte par le *TALISMAN*, par 42° 19' N. et 23° 26' W., à une profondeur de 4060 mètres. Les exemplaires de la *PRINCESSE-ALICE* sont bien conformes à ceux du *TALISMAN*, mais ils restent toujours un peu plus petits, leur diamètre variant entre 6 et 8^{mm}., tandis que chez les premiers ce diamètre était de 9^{mm}. C'est la première fois que cette espèce a été retrouvée.

Ophiolebes bacata nov. sp. (Fig. 1)

Campagne de 1911 : Station 3113. 32° 34' 45" N.; 17° 05' 30" W. 1700 mètres. Un échantillon.

Le diamètre du disque est de 0,7 à $0{,}75^{mm}$; les bras sont plus ou moins circonvolutionnés et ils ont environ 35^{mm} de longueur (ils ont été en partie déroulés sur la photographie). Les côtés du disque sont profondément excavés dans les espaces interradiaux. Le disque lui-même est épais et il mesure environ 4^{mm} de hauteur; ses faces latérales sont dirigées obliquement vers le bas de telle sorte que, dans son ensemble, ce disque, vu latéralement, a la forme d'un tronc de cône dont la petite base, tournée vers le bas, porte la bouche ; les bras, qui suivent la même direction que les faces latérales, sont d'abord dirigés obliquement sur les quatre ou cinq premiers articles.

La face dorsale du disque est couverte de plaques épaisses, polygonales, subégales, fortement soudées ensemble et couvertes d'un tégument qui en obscurcit les contours. Chaque plaque porte en son milieu un gros bâtonnet, très court et épais, à peine plus long que large, arrondi aux extrémités et qui mérite aussi bien le nom de granule ; sa surface offre des aspérités courtes, coniques et pointues. Tous ces granules sont serrés et forment comme autant de petites perles sur le disque. Les boucliers radiaux ne sont pas visibles à proprement parler, mais il existe dix côtes radiales saillantes, larges, et s'étendant jusqu'à une petite distance du centre du disque, les deux côtes de chaque paire restant parallèles et très voisines l'une de l'autre ; ces côtes offrent le même recouvrement de plaques et de bâtonnets que le reste de la face dorsale, les bâtonnets se montrent cependant un peu moins serrés.

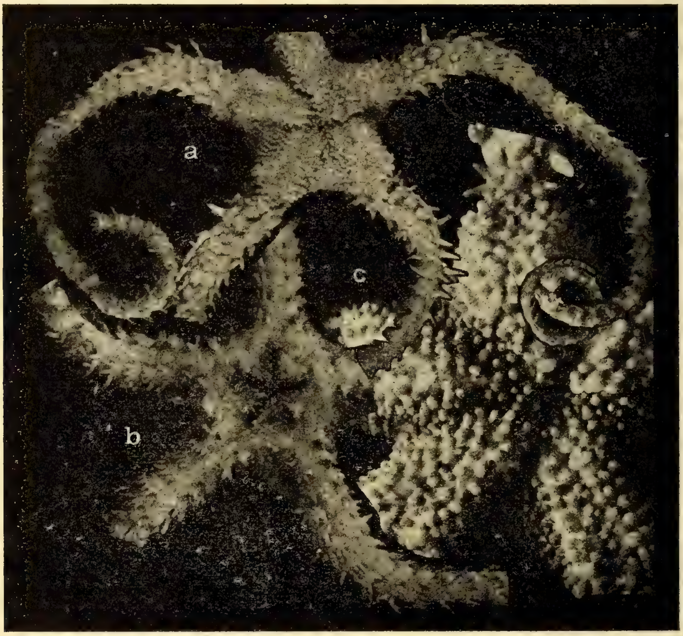


Fig. 1. — *Ophiolebes bacata.* a, face dorsale, × 4 ; b, face ventrale, × 4, 3 ; c, portion plus grossie de la face dorsale du disque, × 10.

La face ventrale du disque, en dehors des boucliers buccaux, se réduit aux faces latérales obliques qui offrent le même recouvrement de granules légèrement allongés que sur la face dorsale. Les fentes génitales, situées sur ces faces, sont larges : elles commencent en dehors des boucliers buccaux et s'étendent jusque vers le milieu du troisième article brachial. Les boucliers buccaux, de moyennes dimensions, sont triangulaires, plus larges que longs, avec les angles latéraux très vifs et allongés ; le bord distal est fortement convexe et les côtés proximaux sont concaves. Les plaques adorales sont très épaisses avec les deux grands bords parallèles, le bord proximal plus long que le bord distal. Les plaques orales sont courtes, basses et triangulaires. Les papilles latérales sont au nombre de trois et parfois de quatre de chaque côté ; elles sont subégales, épaisses, coniques avec la pointe émoussée, et leur surface est munie de spinules serrées, courtes et coniques.

Les premières plaques brachiales dorsales sont irrégulières, plus ou moins morcelées, inégales et elles n'acquièrent une forme régulière qu'après le quatrième article brachial : elles se montrent alors quadrangulaires, avec les bords droits et les angles arrondis, le bord proximal plus petit que le bord distal ; puis elles deviennent rapidement triangulaires par la disparition du bord proximal qui se trouve remplacé par un angle ; elles sont d'ailleurs séparées l'une de l'autre par un espace nu. Ces plaques restent à peu près aussi longues que larges sur toute la longueur du bras.

La première plaque brachiale ventrale est assez grande, pentagonale, avec un bord distal droit et un angle proximal ; elle est un peu plus large que longue. Les suivantes sont assez grandes, pentagonales, plus larges que longues, avec un angle proximal extrêmement obtus qui, d'ailleurs, s'efface rapidement, de telle sorte que les plaques deviennent simplement quadrangulaires avec les bords et les angles arrondis. Quelques-unes sont divisées par un sillon médian irrégulier. Leur contour est fortement obscurci par le tégument ; elles sont séparées l'une de l'autre dès la première.

Les plaques latérales, peu proéminentes, portent chacune cinq piquants : les quatre ventraux sont subégaux et un peu plus courts que la moitié de l'article, le cinquième est plus long mais il n'atteint pas cependant la longueur de l'article ; tous ces piquants sont cylindriques, relativement courts et épais, arrondis à l'extrémité ; leur surface est rugueuse.

Les pores tentaculaires brachiaux des cinq ou six premiers articles sont seuls bien apparents et ceux de la première paire offrent parfois, mais non constamment, une très petite écaille tentaculaire.

La couleur de l'exemplaire en alcool est blanche.

Rapports et différences. — L'*O. bacata* présente quelques affinités avec l'*Ophiolebes pachyphylax* L. Clark de l'Atlantique, ainsi qu'avec les *O. asaphes* L. Clark, *brachygnatha* L. Clark et *tuberosa* Matsumoto, qui proviennent toutes trois des mers du Japon. Dans les deux dernières espèces, il existe des côtes radiales allongées et bien marquées, mais les boucliers buccaux sont plus petits que dans la nouvelle espèce, et chez l'*O. brachygnatha* les piquants brachiaux sont plus nombreux ; ces boucliers buccaux sont encore plus petits, les côtes radiales sont plus courtes chez l' *O. tuberosa* et elles portent des bâtonnets plus serrés que sur le reste de la face dorsale du disque ; la forme des plaques brachiales ventrales est différente dans cette dernière espèce et, d'après la description de Matsumoto, le morcellement des plaques brachiales dorsales se continue plus loin que chez l'*O. bacata*. Chez l'*O. asaphes*, la face dorsale du disque ne porte que de fins granules et la forme des plaques brachiales dorsales et ventrales est différente. Chez l'*O. pachyphylax*, les papilles buccales sont plus nombreuses et le disque est couvert de petits bâtonnets serrés et plus fins que chez l'*O. bacata*.

L'*Ophiolebes bacata* est aussi voisine des deux espèces atlantiques que j'ai décrites sous le nom d'*Ophiochondrus armatus* et *O. granulatus*. Elle s'en écarte immédiatement par le recouvrement du disque constitué par des granules rugueux et un peu allongés et qui s'étendent sur toute la face dorsale du disque y compris les côtes radiales ; ces dernières sont d'ailleurs très longues et atteignent presque le centre du disque. La présence de ces gros granules sur les côtes radiales permet de distinguer immédiatement l'espèce nouvelle des *O. armatus* et *granulatus*. Les premières plaques brachiales dorsales sont morcelées comme dans ces deux espèces ; les piquants brachiaux sont plus courts que chez l'*O. granulatus* et leur disposition rappelle plutôt celle de l'*O. armatus*.

J'avais cru devoir placer autrefois ces deux dernières espèces dans le genre *Ophiochondrus*, mais Matsumoto a fait remarquer qu'elles devraient être rangées dans le genre *Ophiolebes ;* je me range très volontiers à l'avis du savant naturaliste japonais, et la nouvelle espèce découverte par la *Princesse-Alice* trouve parfaitement sa place dans le genre *Ophiolebes* avec les limites qu'il lui assigne.

* * *

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

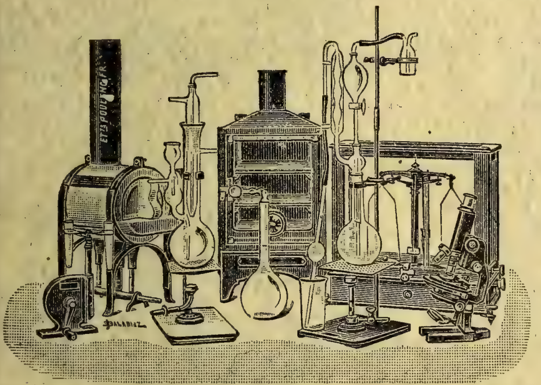
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE


ETS POULENC FR.

ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "R. A. L." pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

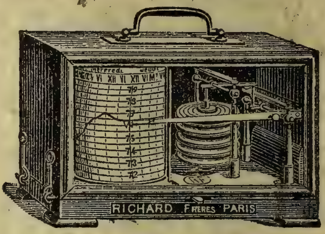
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

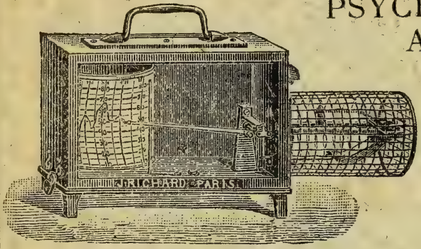
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

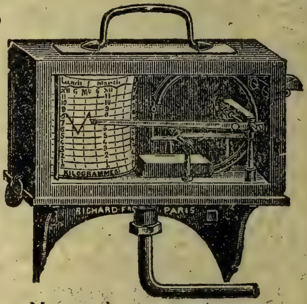

RICHARD FRERES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

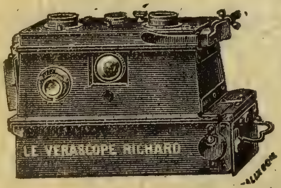
Thermomètre enregistreur

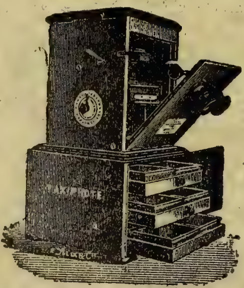
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRERES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 397. 1er Août 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Smithsonian Institution
254181
OCT 29 1921
National Museum.

Notice préliminaire (IIe) sur les larves et les alevins de Poissons recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco dans ses croisières de 1896 à 1901 (inclus).

Par Louis **ROULE** et Fernand **ANGEL**.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

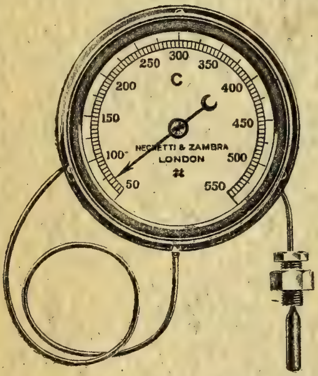
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct – LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier



PRÉCISION
GARANTIE
à
1 % près

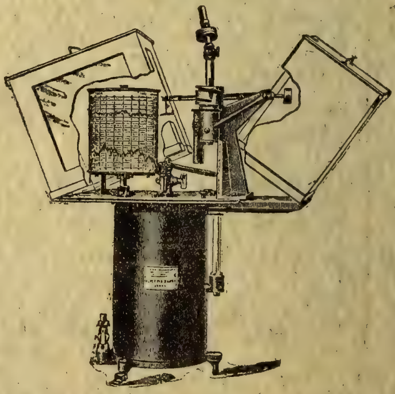
THERMOMÈTRE
à
DISTANCE
à
CADRAN ou ENREGISTREUR

THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE

INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE
DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à **NEGRETTI** et **ZAMBRA**
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

V. 921.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 397. — 1er Août 1921.

Notice préliminaire (IIe) sur les larves et les alevins de Poissons recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco dans ses croisières de 1896 à 1901 (inclus).

Par **Louis ROULE** et **Fernand ANGEL**.

Ces exemplaires ont été pris en vingt-trois stations. Ils appartiennent à dix-neuf familles : *Clupéidés*, *Stomiatidés*, *Scopélidés*, *Bathyptéroïdés*, *Scombrésocidés*, *Exocétidés*, *Mugilidés*, *Diretmidés*, *Scombridés*, *Carangidés*, *Scaridés*, *Gobiidés*, *Scorpénidés*, *Blennidés*, *Gobiésocidés*, *Callionymidés*, *Brotulidés*, *Gadidés*, *Murénidés*.

Famille des CLUPÉIDÉS

Stn. 776, 21 juin 1897 ; à l'ouest du Maroc ; chalut de surface.

Nombreux exemplaires (environ 400) de larves d'*Engraulis encrasicholus*, L., mesurant 6 à 19 millimètres de longueur. La série des individus permet de reconstituer la succession des phases ontogénétiques, depuis les plus jeunes jusqu'aux plus âgées.

Famille des STOMIATIDÉS

Stn. 815, 10 juillet 1897 ; à l'ouest des Iles Canaries ; chalut de surface.

Un individu, mesurant 15 millimètres de longueur.

Description. — Corps transparent, comprimé latéralement. Tête distincte, séparée du tronc par un étranglement collaire inférieur. Tronc parcouru sur sa face dorsale par une crête médiane, dont la partie postérieure, plus haute que les autres, contient les ébauches des rayons de la dorsale. Région ventrale du tronc épaisse en avant et bombée, se continuant en arrière par une crête symétrique de celle du dos, portant un volumineux mamelon anal, et, en arrière de lui, les ébauches de l'anale et de ses rayons symétriques de ceux de la dorsale. Le nombre des rayons présents, à la dorsale comme à l'anale, égale 11 à 12 pour la première, et 10 pour la seconde. Caudale présente, taillée carrément, de forme rectangulaire, montée sur un pédoncule bien distinct. Nageoires paires présentes et petites.

Tête acuminée en avant ; yeux petits, légèrement saillants, voisins du profil supérieur. Mandibule plus longue que la mâchoire, la débordant en avant, et portant en son milieu un barbillon dont la longueur égale sensiblement la moitié de celle de la mandibule elle-même. Dents présentes, et fort petites.

Quelques points pigmentés sur le dos, auprès de la base de la crête dorsale, et sur la ligne médiane ventrale. La transparence de la paroi du corps permet de discerner, outre la colonne vertébrale dont les pièces sont peu distinctes, le cœur et l'appareil digestif. Les myomères ne sont pas discernables.

Identification. — La disposition des nageoires et la présence d'un barbillon mandibulaire autorisent à classer cette larve dans la famille des Stomiatidés. Il n'est pas possible actuellement de préciser davantage.

Stn. 1100, 19-21 avril 1901 ; au nord de la Corogne ; nasse, à 2500 mètres de profondeur.

Cyclothone microdon pallida Brauer. Un individu mesurant 19 millimètres de longueur.

Stn. 1101, 20 avril 1901 ; même lieu que la St. 1100 ; filet Giesbrecht, à 2000 mètres de profondeur.

Cyclothone microdon Günth. — 14 individus mesurant 14 à 25 millimètres de longueur. La plupart présentent les caractères typiques de l'espèce. Les autres, moins pigmentés, répondent à la diagnose de *C. signata* Garman.

Famille des SCOPÉLIDÉS

Stn. 696, 17 juillet 1896 ; à l'ouest de Fayal ; chalut, à 2540 mètres de profondeur.

Un exemplaire mesurant 19 millimètres de longueur, se rapportant au genre *Lampanyctus*.

Stn. 815, 10 juillet 1897 ; à l'ouest des îles Canaries ; chalut de surface.

Deux petits exemplaires, mesurant 6 et 8 millimètres de longueur, ne pouvant être déterminés génériquement en l'absence de caractères précis.

Famille des BATHYPTÉROÏDÉS

Stn. 815, 10 juillet 1897 ; à l'ouest des îles Canaries ; chalut de surface. Un exemplaire mesurant 20 millimètres de longueur.

Description. — Corps allongé, transparent, comprimé latéralement, remarquable par sa possession de longues et grêles pectorales, offrant l'aspect de grands tentacules post-céphaliques. Tête rendue distincte du tronc par un sillon collaire inférieur. Face dorsale du tronc parcourue par une crête médiane, plus haute en arrière, qui contient, à la jonction de son tiers antérieur et du tiers suivant, les ébauches des rayons de la nageoire dorsale, au nombre de 9. Face ventrale assez épaisse en avant, jusqu'à l'anus qui est situé vers la fin de la moitié antérieure du corps, plus étroite en arrière où elle forme une crête symétrique de la dorsale ; les ébauches des rayons de l'anale, au nombre de 12, sont placés dans cette crête à une distance notable en arrière de l'anus et de l'aplomb de la dorsale. Caudale taillée carrément, à partie antérieure engagée dans les crêtes dorsale et ventrale. Pectorales presque aussi longues que la moitié du corps, comprenant 6-7 rayons dissociés à leur extrémité. Pelviennes consistant en petits rudiments placés en avant de l'anus. Myomères assez difficilement discernables ; leur nombre paraît s'élever à une soixantaine.

Tête petite, acuminée en avant. Mandibule débordant la mâchoire. Yeux assez petits.

Identification. — La conformation des nageoires impaires, la grande taille des pectorales, et la disposition de leurs rayons, autorisent à incorporer cette larve dans la famille des *Bathyptéroïdés*. A en juger d'après la situation de la dorsale et le chiffre des myotomes, on serait en droit de la rapporter plus spécialement au genre *Bathypteroïs*.

Famille des SCOMBRÉSOCIDÉS

Stn. 1109, mai 1901 ; port de Monaco ; haveneau ; surface.

Douze exemplaires de *Belone belone* L., mesurant 12 à 15 millimètres de longueur.

Famille des EXOCÉTIDÉS

Stn. 732, 4 août 1896 ; îles Açores ; haveneau, surface.

Un exemplaire d'*Exocœtus pinnatibarbatus* Benn., mesurant 52 millimètres de longueur.

Famille des MUGILIDÉS

Stn. 1109, mai 1901, port de Monaco ; haveneau ; surface.

Huit exemplaires de *Mugil* sp., mesurant 10 à 23 millimètres de longueur. Ces individus se font remarquer par leur pigmentation intense, et la faible importance de la bande latérale athériniforme, même chez les plus jeunes.

Famille des DIRETMIDÉS

Stn. 1177, 9 août 1901 ; à l'ouest des îles du Cap Vert ; filet Giesbrecht ; 1000 mètres.

Un jeune exemplaire de *Diretmus argenteus* Johns., mesurant 23 millimètres de longueur totale.

Cet individu présente un certain nombre de particularités, qui s'ajoutent à celles dont les auteurs ont déjà fait mention d'après l'étude d'échantillons plus avancés. La hauteur du tronc est comprise une fois et demie dans la longueur totale, qui égale 6 fois environ le diamètre oculaire. Téguments transparents, laissant discerner les branchies, l'estomac, l'intestin, teintés de brun. Début de la dorsale en avant de l'aplomb de l'insertion des pelviennes. Premiers rayons inermes à la dorsale et à l'anale. Carène ventrale du pédoncule caudal portant une ligne d'écailles épineuses. Une longue épine dirigée obliquement en arrière et en bas, insérée à l'angle supérieur du battant operculaire. Ligne latérale présente, débutant sur l'angle supérieur du battant operculaire, et suivant à faible distance le profil du dos, pour finir au commencement du pédoncule caudal.

Famille des SCOMBRIDÉS

Stn. 822, 12 juillet 1897 ; à l'ouest des îles Canaries ; chalut de surface.

Deux exemplaires mesurant 7 millimètres de longueur.

Description. — Corps régulier et trapu, à grosse tête, la longueur de cette dernière égalant presque celle du tronc. Une seule dorsale paraissant comprendre les ébauches d'une douzaine de rayons épineux suivis de rayons mous plus fins, en nombre un peu plus élevé. Anale un peu plus courte que la dorsale, se terminant au même aplomb en arrière de manière à dégager le pédoncule caudal, et comprenant les ébauches d'une quinzaine de rayons. Caudale ample, régulière, nettement fourchue. Pectorales assez petites, à contour arrondi. Pelviennes représentées par des rudiments voisins du cône anal. Bouche très grande, munie de dents coniques aux deux mâchoires. Yeux amples et non télescopiques. Aucune pigmentation. Le nombre des myotomes n'a pu être compté.

Identification. La conformation générale de cette larve rappelle celle des alevins de grands Scombres ; mais le défaut de pinnules, même à l'état d'indication, empêche d'accepter nettement cette assimilation. L'attribution à la famille des Scombridés, en l'absence de phases plus avancées et plus catégoriques, est donc donnée sous réserve.

Famille des CARANGIDÉS

Stn. 736, 6 août 1896 ; port de Ponta Delgada (Açores) ; surface ; haveneau.

Quatre exemplaires, mesurant 15 à 19 millimètres de longueur, se rapportant sans doute à de jeunes *Seriola* sp.

Stn. 1141, 21 juillet 1901 ; mouillage au S. W. de l'île Santa Luzia (Cap Vert) ; surface, haveneau et fanal électrique.

Deux exemplaires mesurant 31 et 32 millimètres de longueur, offrant les caractères de *Micropteryx chrysurus*, L. (*Seriola cosmopolita* C. V.), sauf en ce qui concerne les pectorales encore assez courtes. Le corps entier porte des ponctuations pigmentaires assez larges, plus serrées qu'ailleurs sur la face dorsale du tronc.

Stn. 1228, 5 septembre 1901 ; à l'ouest des îles Canaries ; surface ; haveneau.

Un exemplaire de *Naucrates ductor*, L, mesurant 26 millimètres de longueur totale. Les pièces sous-orbitaires et le bord supérieur de l'orbite portent des épines inégales et assez fortes. La tête, la face dorsale du tronc et la face ventrale sont couvertes d'un semis de très fines ponctuations pigmentaires.

Famille des SCARIDÉS

Stn. 1152, 26 juillet 1901 ; îles du Cap Vert ; 52 mètres de profondeur ; chalut.

Un exemplaire mesurant 25 millimètres de longueur, et présentant déjà la dentition caractéristique des Scaridés. L'écaillure est encore incomplète ; elle est entière sur la face dorsale du tronc et le pédoncule caudal. Les bords des écailles portent de fines ponctuations pigmentaires, dont l'ensemble dessine un réseau losangique. Les caractères ne sont pas suffisants pour rapporter l'individu à une espèce déterminée.

Famille des GOBIIDÉS

Stn. 642-643 ; 13-14 juin 1896 ; île d'Alboran ; littoral. Un exemplaire de *Gobius* sp., mesurant 18 millimètres de longueur.

Stn. 882, 7 août 1897 ; détroit de Pico-Fayal ; 98 mètres de profondeur ; chalut.

Un exemplaire de *Gobius* sp., mesurant 16 millimètres de de longueur.

Stn. 1152 ; 26 juillet 1901, îles du Cap Vert ; 52 mètres de profondeur ; chalut. 4 exemplaires mesurant 18 à 34 millimètres de longueur. L'un des plus grands se rapporte à *Gobius longiradiatus* Risso, en raison des dimensions des rayons de sa 1^re^ dorsale, et surtout du 4^e^ rayon. Les trois autres individus, plus petits et privés de cette particularité, semblent pourtant appartenir aussi à cette même espèce.

Stn. 1203, 18 août 1901 ; îles du Cap Vert ; 91 mètres de profondeur ; chalut.

Quatre exemplaires d'*Eleotris balearicus* Fage-Pellegrin, mesurant 14 à 25 millimètres de longueur. Cette espèce dépasserait ainsi les limites de la Méditerranée pour descendre vers la zone tropicale atlantique.

Famille des SCORPÉNIDÉS

Stn. 794, 29 juin 1897 ; rade de Funchal ; surface ; haveneau et fanal électrique.

Un exemplaire de *Scorpæna*, mesurant 15 millimètres de longueur, dont les caractères ambigus ne permettent pas une détermination spécifique précise.

Stn. 882, 7 août 1897 ; détroit de Pico-Fayal ; 98 mètres de profondeur ; chalut.

Cinq exemplaires de *Scorpæna scrofa* L., mesurant 27 à 55 millimètres de longueur.

Stn. 1152, 26 juillet 1901 ; îles du Cap Vert ; 52 mètres de profondeur, chalut.

Un exemplaire de *Scorpæna scrofa* L., mesurant 22 millimètres de longueur.

Famille des BLENNIDÉS

Stn. 830, 20 juillet 1897 ; mouillage de Povoação (São Miguel) surface, haveneau et fanal électrique.

Un exemplaire de *Blennius,* mesurant 8 millimètres de longueur totale, dont les caractères sont trop incomplets pour une détermination spécifique ; toutefois, les grandes dimensions des pectorales autoriseraient un rapprochement avec *Bl. pholis* Ris., ou *Bl. ocellaris* Lin.

Stn. 1141, 21 juillet 1901 ; mouillage au S.-W. de l'île Santa-Luzia (Cap Vert) ; surface, haveneau et fanal électrique.

Quatre exemplaires de *Clinus pectinifer* C. V., mesurant 21 à 24 millimètres de longueur. Les deux plus petits individus sont privés des tentacules pectiniformes nuchaux ; ceux-ci n'apparaissent que sur les exemplaires de 23 et 24 millimètres.

Stn. 1145, 22-23 juillet 1901 ; mouillage au S.-W. de l'île Santa-Luzia (Cap Vert) ; 15 mètres de profondeur (environ), trémails.

Un exemplaire de *Salarias atlanticus* L., mesurant 55 millimètres de longueur.

Famille des GOBIÉSOCIDÉS

Stn. 882, 7 août 1897 ; détroit de Pico-Fayal ; 98 mètres de profondeur, chalut.

Un exemplaire de *Lepadogaster bimaculatus* Bonn., mesurant 17 millimètres de longueur.

Famille des CALLIONYMIDÉS

Stn. 1152, 26 juillet 1901 ; îles du Cap Vert ; 52 mètres de profondeur, chalut.

Trois exemplaires de *Callionymus lyra* L., mesurant 26 à 30 millimètres de longueur.

Stn. 1199, 16 août 1901 ; îles du Cap Vert ; 875 mètres de profondeur ; barre à fauberts.

Un exemplaire de *Callionymus phaeton* Gunth., mesurant 35 millimètres de longueur. Cette espèce méditerranéenne, déjà signalée aux Açores à une profondeur de 560 mètres (*TRAVAILLEUR-TALISMAN*), est donc capable de descendre plus loin au sud dans l'Océan Atlantique, et d'y parvenir à une profondeur plus grande.

Famille des BROTULIDÉS

Stn. 1193 ; 15 août 1901 ; îles du Cap Vert ; 1311 mètres de profondeur, chalut.

Un exemplaire de *Dicromita metriostoma* Vaillant, mesurant 50 millimètres de longueur. Sur ce jeune individu, l'écaillure ne montre ses linéaments que dans la moitié antérieure du tronc ; la ligne latérale n'est présente que sur le quart antérieur du tronc. Aucune pigmentation tégumentaire.

Les trois individus de plus fortes dimensions, qui ont servi à Vaillant pour créer l'espèce, avaient été pris par l'expédition du *TRAVAILLEUR-TALISMAN*, aux Açores et sur le banc d'Arguin, à des profondeurs comprises entre 1230 et 1442^{m}. Le présent exemplaire s'accorde donc avec eux quand à son habitat.

Famille des GADIDÉS

Stn. 1066, 1-4 août 1899 ; Baie Red, Spitzberg ; nasse, 85 mètres. Un exemplaire de *Gadus saïda* Lep., mesurant 75 millimètres de longueur.

Famille des MURÉNIDÉS

Stn. 1152, 26 juillet 1901 ; îles du Cap Vert ; 52 mètres de profondeur, chalut.

2 exemplaires d'*Uropterygius Grassii* Roule, mesurant respectivement 83 et 105 millimètres de longueur.

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

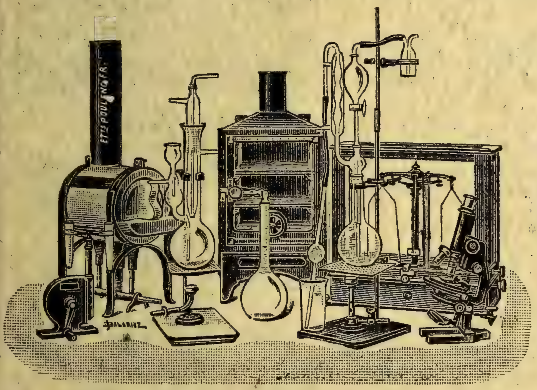
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE


ETS POULENC FR.

ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

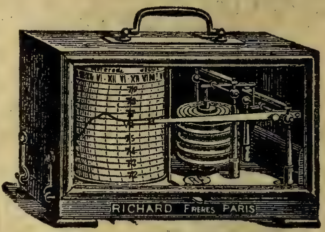
Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

Reproduction de toutes planches artistiques, tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

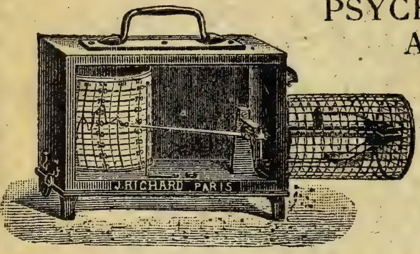
VII, 1920.

ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie



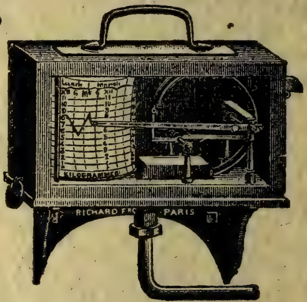
Baromètre enregistreur



Thermomètre enregistreur

OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMETRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.



Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour

LE VERASCOPE RICHARD

-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard
Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue
Paris

15,3,20

N° 398. 10 Août 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
254181
National Museum

EXPÉRIENCES RÉFLEXOLOGIQUES.

(*Troisième communication préliminaire*).

Expériences nouvelles sur Eledone moschata.

Par le Dr Serge **MIKHAÏLOFF**, de Pétrograd.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

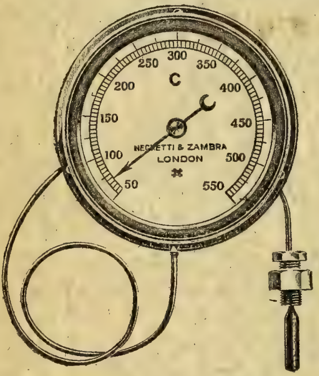
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct – LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des
Observatoires et des Académies du monde entier

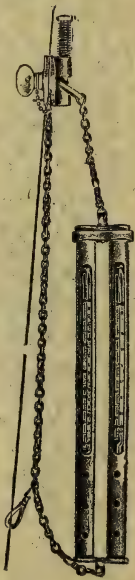


PRÉCISION
GARANTIE
à
1 % près

THERMOMÈTRE
à
DISTANCE
à
CADRAN ou ENREGISTREUR

THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

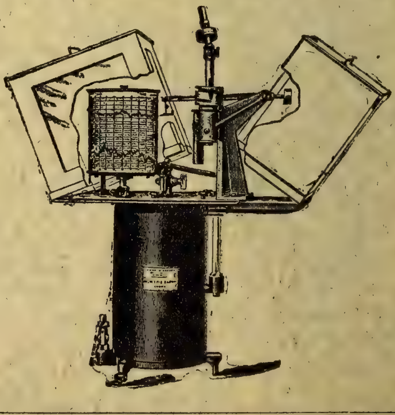
CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE



INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE
DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent

Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**



V. 921

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 398. — 10 Août 1921.

EXPÉRIENCES RÉFLEXOLOGIQUES.

(*Troisième communication préliminaire*).

Expériences nouvelles sur Eledone moschata.

Par le Dr **Serge MIKHAÏLOFF**, de Pétrograd.

(Travail fait au Musée Océanographique de Monaco).

La communication présente touche seulement les expériences sur deux exemplaires d'*Eledone moschata* nos 3 et 5. (Voir les communications précédentes. Expériences réflexologiques. Bull. de l'Institut Océanographique nos 375 et 379. 1920. Monaco).

Leurs réflexes associés n'ont plus été renforcés après le 16e jour depuis leur formation, c'est-à-dire depuis le 18e jour d'expérience pour l'animal no 3 et depuis le 26e jour d'expérience pour l'animal no 5. A partir de ces jours l'extinction naturelle, lente et progressive, par conséquent, est commencée. Elle est exprimée dans les jours suivants par 1°) la diminution de la stabilité du réflexe associé; 2°) par sa généralisation; 3°) par l'affaiblissement de la réaction chromatophorique et, enfin, 4°) par la disparition du réflexe associé.

1°) La stabilité du réflexe associé, c'est-à-dire la possibilité de constater la réaction chromatophorique plusieurs fois de suite à l'excitant lumineux de couleur dans le cas de l'absence de l'excitant direct tactile, a diminué graduellement. On a pu remarquer cette diminution de la stabilité pendant les premiers jours seulement quand l'excitant éducateur été appliqué dans des intervalles de 30 secondes. Les réflexes associés ont conservé leur stabilité presque constante quand les intervalles ont été prolongés jusqu'à 1-3 minutes, ce qu'on peut voir sur le tableau I.

TABLEAU I.

Nº DE L’ANIMAL	JOURS DU RÉFLEXE ASSOCIÉ																	
	16		17		18		19		20		21		22		23		24	
	Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles	
	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3
3	11	18	12	18	10	20	11	19	8	20	6	18	8	18	7	19	6	20
5	12	20	10	20	10	18	11	19	9	19	8	19	6	18	7	20	6	19

Seulement après douze jours, pendant lesquels le réflexe associé n’a pas été renforcé, sa stabilité a diminué considérablement, déjà aux intervalles de 1-3 minutes.

TABLEAU II.

Nº DE L’ANIMAL	JOURS DU RÉFLEXE ASSOCIÉ																	
	27		28		29		30		31		32		33		34		35	
	Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles		Intervalles	
	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3	sec. 30	min. 1-3
3	4	18	3	14	2	15	3	12	3	8	4	8	4	5	2	6	3	5
5	3	17	3	16	3	11	2	8	3	9	3	5	2	7	4	4	3	4

Nous avons pu encore constater la réaction chromatophorique à l’excitant lumineux de couleur dans presque 2 mois 1/2 d’expériences, c’est-à-dire dans presque 2 mois pendant lesquels le réflexe associé n’a été aucune fois renforcé par l’excitant direct tactile. L’animal a produit cette réaction de réponse de temps en temps jusqu’à 3-4 fois de suite, mais ce cas a eu lieu très rarement. La réaction chromatophorique a pu être constatée habituellement 2-3 fois seulement à la réponse des 60 excitations lumineuses de couleur pendant la durée de cette période d’expériences. Les 57-58 autres excitations, l’animal les a laissé passer sans la réaction de réponse.

TABLEAU III.

Nº DE L'ANIMAL	JOURS DU RÉFLEXE ASSOCIÉ											
	77		78		79		80		81		82	
	Nombre des excitat.	Réactions	Nombre des excitat.	Réactions	Nombre des excitat.	Réactions	Nombre des excitat.	Réactions	Nombre des excitat.	Réactions	Nombre des excitat.	Réactions
3	60	2	60	6	40	0	45	1	60	1	60	4
5	60	3	60	2	60	5	45	0	60	2	50	3

Pendant cette période des expériences la durée des intervalles entre les deux excitations consécutives n'a plus ordinairement d'importance. Le tableau IV présente plus en détail les résultats des expériences des mêmes jours que le tableau III. Le signe plus (+) indique la présence de la réaction chromatophorique et le signe moins (—) indique l'absence de la réaction de réponse. (Voir tableau IV).

Au 78me jour d'expérience, par exemple, l'animal nº 3 a répondu par la réaction chromatophorique quatre fois de suite (et au total six fois) à l'excitant lumineux de couleur quand les intervalles entre les excitations consécutives ont été prolongés 30 secondes. Tandis qu'au jour suivant le même animal n'a pas répondu une seule fois aux quarante excitations, entre lesquelles les intervalles ont été prolongés 2 minutes. Au contraire, l'animal nº 5 a répondu au 79me jour d'expérience par la réaction chromatophorique trois fois de suite (et au total cinq fois) à l'excitant lumineux de couleur quand les excitations ont été appliquées toutes les 3 minutes, mais il n'a répondu aucune fois le jour suivant, quand 60 excitations ont été données à des intervalles de 30 secondes. L'allongement de la durée du repos a fini de servir, par conséquent, comme agent pour renforcer le réflexe associé.

En parlant d'une façon générale, on peut seulement remarquer que le réflexe associé, qui subit l'extinction naturelle et dont la stabilité a diminué déjà considérablement, peut être constaté le plus souvent aux vingt premières excitations. Dans ce cas, l'intervalle entre les excitations consécutives n'a pas un rôle important. Si l'animal n'a répondu à aucune de ces vingt premières excitations, il ne répondra plus, habituellement, même si on donne 60-100 excitations. La stabilité du réflexe associé a diminué et après cela la quantité d'excitant éducateur ne peut pas l'augmenter.

La diminution de la stabilité du réflexe associé dépend en premier lieu du temps, c'est-à-dire elle dépend de la durée de

TABLEAU IV.

Numéro de l'excitat.	JOURS DU RÉFLEXE ASSOCIÉ											
	77		78		79		80		81		82	
	Nº 3	Nº 5	Nº 3	Nº 5	Nº 3	Nº 5	Nº 3	Nº 5	Nº 3	Nº 5	Nº 3	Nº 5
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+
8	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+
9	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
11	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	—	—
13	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—
14	—	+	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
32	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
43	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—

Toutes les autres excitations jusqu'à la 60e n'ont pas produit de réaction de réponse.

l'extinction naturelle, pendant laquelle ce réflexe n'a pas été renforcé par l'excitant direct. Elle dépend encore de l'individualité de l'animal.

2°) Le deuxième phénomène, qui peut être remarqué au cours de l'extinction naturelle du réflexe associé, dépend aussi de ces deux facteurs. C'est la généralisation du réflexe associé, c'est-à-dire la disparition progressive de sa différenciation. Chez l'animal n° 3 le réflexe associé a été différencié à l'excitant rouge au 2me jour de son existence (voir tableau III. Bull. de l'Inst. océanograph. N° 379. 1920. Monaco). La différenciation plus fine de ce réflexe, quand la réaction chromatophorique se produit à l'excitant éducateur, principal, mais ne se produit pas aux nuances voisines de la même couleur, a été constatée au 4me jour de sa formation. Chez l'animal n° 5 le réflexe associé a été différencié à l'excitant vert au 3me jour de son existence. Dans les jours suivants ces réflexes associés et bien différenciés se sont conservés.

Ces réflexes associés n'ont plus été renforcés depuis le 16me jour de leur formation, leur stabilité a commencé, ainsi que nous l'avons vu plus haut, à diminuer. Mais leur différenciation s'est conservée.

Au 27me jour de l'existence du réflexe associé, c'est-à-dire au 12me jour de son extinction naturelle et progressive, par exemple nous avons constaté :

TABLEAU V.

No de l'animal	EXCITANT	RÉACTION	A L'EXCITATION
3	rouge	positive	1, 2, 4, 5e
	vert	négative	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15e
	blanc mat	négative	16, 17, 18, 19, 20e
	rouge	positive	21, 22e
	vert	négative	23, 24e
	rouge-orange	négative	25, 26e
	rouge	positive	27, 28e
5	vert	positive	1, 2, 3e
	rouge	négative	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10e
	blanc mat	négative	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17e
	vert	positive	18, 19e
	rouge	négative	20, 21e
	rouge-orange	négative	22, 23e
	vert	positive	24, 25e

Au 34me jour de l'existence du réflexe associé chez l'animal n° 3 nous avons remarqué le commencement de la généralisation de la réaction de réponse. La réaction chromatophorique a été produite à l'excitant rouge de nuances diverses. En même temps le réflexe associé a conservé encore sa différenciation en ce qui concerne d'autres couleurs différentes, ce qu'on peut voir sur le tableau VI.

TABLEAU VI.

N° de l'animal	EXCITANT	RÉACTION	A L'EXCITATION
3	rouge	positive	1er
	vert	négative	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8e
	blanc mat	négative	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15e
	rouge	positive	16e
	vert	négative	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23e
	rouge-orange	positive	24e
	blanc mat	négative	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31e
	vert	négative	32, 33, 34, 35, 36, 37, 38e
	rouge-orange	positive	39e
	vert	négative	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46e
	rouge	positive	47e
	vert	négative	48, 49, 50, 51, 52, 53, 54e
	rouge-orange	positive	55e
5	vert	positive	1er
	rouge	négative	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8e
	blanc mat	négative	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15e
	vert	positive	16e
	rouge-orange	négative	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23e
	vert	positive	24e

Depuis cette date, c'est-à-dire depuis le 19e jour du commencement de l'extinction lente du réflexe associé, sa généralisation s'est développée très rapidement. Au 35e jour l'animal n° 5 a répondu une fois à l'excitant rouge. Au 37e jour nous avons eu les résultats suivants. (Voir tableau VII).

Les jours suivants nous avons fait les expériences pour déterminer la différenciation du réflexe associé. Chacun des excitants lumineux de couleurs a été appliqué 25 fois de suite avec les intervalles de 1 minute.

Au 40e jour de l'existence du réflexe, nous avons eu les résultats suivants. (Voir tableau VIII).

Le tableau VIII nous montre que la différenciation du réflexe associé a disparu déjà considérablement jusqu'à cette date. L'animal répond par la réaction chromatophorique aussi aux excitants de couleurs différentes. Cependant il réagit relativement plus souvent à son excitant éducateur.

On peut dire, que le réflexe associé de nos animaux a subi

TABLEAU VII.

No de l'animal	EXCITANT	RÉACTION	A L'EXCITATION
3	blanc mat	négative	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7e
	rouge	positive	8e
	vert	négative	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15e
	rouge	positive	16e
	rouge-orange	positive	17e
	blanc mat	négative	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24e
	vert	négative	25, 26, 27e
	vert	positive	28e
	vert	négative	29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38e
	rouge	positive	39e
	blanc mat	négative	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49e
	vert	négative	50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59e
	rouge-orange	positive	60, 61e
5	blanc mat	négative	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10e
	vert	positive	11e
	rouge	négative	12, 13, 14, 15, 16, 17e
	rouge	positive	18e
	rouge	négative	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28e
	vert	positive	29e
	rouge	négative	30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39e
	rouge-orange	négative	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49e

TABLEAU VIII.

No de l'animal	EXCITANT	RÉACTION A L'EXCITATION	
		POSITIVE	NÉGATIVE
3	blanc mat		1-25e
	rouge	2, 3, 8, 11, 12, 13, 16, 18, 19, 23, 24e	1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 25e
	vert	9, 12, 18, 19, 22, 24e	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 23, 25e
	rouge-orange	1, 5, 6, 12, 13, 14, 21, 22, 25e	2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 11, 15, 16, 17. 18, 19, 20, 23, 24e
5	blanc mat		1-25
	vert	1, 2, 8, 11, 12, 13, 14, 18, 20, 23, 24e	3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 25e
	rouge	6, 12, 21, 25e	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24e
	rouge-orange	4, 7, 14, 19, 23e	1. 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25e

définitivement sa généralisation au 45e jour de l'existence du réflexe, c'est-à-dire au 30e jour depuis le commencement de l'extinction naturelle. Même la différence relative quantitative de la réaction de réponse a disparu en ce qui concerne des excitants lumineux de couleurs diverses. L'animal n° 5 n'a jamais répondu à l'excitant blanc mat, tandis que l'animal n° 3 a répondu par la réaction chromatophorique à l'excitant blanc mat une seule fois pendant toute la durée des expériences.

3°) Au cours de l'extinction naturelle du réflexe associé on peut observer encore l'affaiblissement de la réaction de réponse (chromatophorique) simultanément à la diminution de la stabilité du réflexe et à sa généralisation. La réaction chromatophorique de *Eledone moschata* se modifie progressivement de la manière suivante.

La réaction chromatophorique a commencé à pâlir remarquablement, c'est-à-dire les taches pigmentaires quelquefois ne sont pas devenues d'un noir tellement foncé, que cela avait lieu auparavant. Cet affaiblissement de la réaction a été aperçu depuis le 10e jour à peu près du commencement de l'extinction naturelle du réflexe associé. La force ou bien l'intensité de la réaction de réponse a diminué progressivement de telle manière que jusqu'au 50-60e jour de l'existence du réflexe, les animaux ont répondu à l'excitation lumineuse de couleur seulement par une explosion de la pigmentation du tégument. En même temps la couleur des taches pigmentaires est parvenue seulement à des nuances grises, la quantité des taches pigmentaires a diminué, ainsi que les dimensions de ces taches sont devenues beaucoup plus petites. La réaction chromatophorique, par conséquent, s'est affaiblie dans son intensité de couleur, dans la quantité des taches pigmentaires ainsi que dans les dimensions de celles-ci. En outre, la réaction chromatophorique est devenue progressivement plus lente. Elle a manifesté aussi qu'elle va disparaître pendant une durée de temps plus longue qu'aux premiers jours des expériences.

4°) La disparition du réflexe associé artificiel à cause de son extinction lente, progressive et naturelle nous avons réussi à l'observer seulement chez *Eledone moschata* n° 3.

Eledone moschata n° 5 succomba le 82e jour depuis la formation du réflexe associé, c'est-à-dire le 92e jour d'expérience. Chez cet animal nous avons constaté, par conséquent, la formation du réflexe associé artificiel à la lumière verte, sa différenciation, sa stabilité assez grande et tous les phénomènes de son extinction lente et naturelle, c'est-à-dire la diminution de sa stabilité, sa généralisation et l'affaiblissement de sa réaction chromatophorique.

L'animal n° 3 a fini de répondre par la réaction chromatophorique à n'importe quel excitant lumineux de couleur seulement le 98e jour depuis le commencement de l'expérience, c'est-à-dire le 81e jour de l'extinction naturelle du réflexe associé.

De la même manière, l'allumage de n'importe qu'elle ampoule n'a plus produit aucune réaction de réponse de l'animal également pendant la durée des 10 jours suivants. L'animal est resté tout à fait indifférent à cet excitant de la même manière qu'avant, quand le réflexe associé n'a pas encore été formé. Le réflexe associé de l'animal nº 3 à l'excitant lumineux de couleur s'est éteint absolument. L'animal nº 3 est resté au repos encore cinq jours.

Après cette période du repos nous avons continué les expériences réflexologiques sur le même animal nº 3. Avant tout, nous avons essayé de ressusciter son réflexe associé, qui a subi déjà définitivement l'extinction naturelle. Le résultat a été obtenu très rapidement, ce qu'on peut voir sur le tableau IX.

Le réflexe associé, qui a disparu à cause de l'extinction naturelle à l'absence de l'excitant direct tactile, a été ressuscité, par conséquent, après 35 répétitions d'une association de l'excitant direct tactile et de l'excitant associé artificiel (lumière rouge). En outre, le tableau IX montre que 1) le réflexe associé, qui a été ressuscité, augmente sa stabilité graduellement, mais assez rapidement; 2) il est déjà différencié au début en ce qui concerne des couleurs différentes ; 3) sa différenciation plus fine aux nuances diverses de la même couleur apparaît aussi avec une rapidité extrême.

Pendant la durée des deux jours suivants le réflexe associé, qui a été ressuscité chez l'animal nº 3 à l'excitant lumineux rouge, est devenu stable et très finement différencié. Ce réflexe pouvait être obtenu jusqu'à 8 fois de suite aux intervalles de 30 sec. et jusqu'à 15 fois de suite aux intervalles de 1-3 min.

Eledone moschata nº 3 succomba, malheureusement à des causes inconnues, le 116ᵉ jour d'expérience. Chez cet animal nous avons constaté, par conséquent, la formation du réflexe associé artificiel à la lumière rouge, sa différenciation très fine, sa stabilité assez grande, tous les phénomènes de son extinction lente et naturelle, c'est-à-dire la diminution de sa stabilité, sa généralisation et l'affaiblissement de sa réaction chromatophorique. En outre, chez cet animal nous avons constaté, enfin, la disparition du réflexe associé et la résurrection du réflexe, qui s'est éteint.

La série des expériences sur *Eledone moschata*, qui est exposée brièvement dans la communication présente et dans la deuxième communication préliminaire (voir Bull. de l'Inst. océanograph. nº 379, 1920. Monaco), permet de tirer plusieurs

TABLEAU IX.

	EXCITANTS	RÉACTION	A L'EXCITATION	INTERVALLES
	rouge	négative	1-60e	30 sec.
35	tactile + rouge	positive	61-70e	»
	rouge	négative	71e	»
	tactile + rouge	positive	72-81e	»
	rouge	négative	82e	»
	tactile + rouge	positive	83-92e	»
	rouge	négative	93e	»
	tactile + rouge	positive	94-98e	»
	rouge	positive	99e	»
	rouge	négative	100-102e	»
	tactile + rouge	positive	103e	»
	rouge	positive	104-106e	»
	rouge	négative	107-109e	»
	tactile + rouge	positive	110e	»
	rouge	positive	111-113e	»
	rouge	négative	114-116e	»
	tactile + rouge	positive	117e	2 min.
	rouge	positive	118-122e	»
	rouge	négative	123, 124e	»
	rouge	positive	125-127e	»
	rouge	négative	128-130e	»
	tactile + rouge	positive	131e	3 min.
	rouge	positive	132e	»
	vert	négative	133e	»
	blanc	négative	134e	»
	rouge	positive	135, 136e	»
	vert	négative	137-141e	2 min.
	tactile + rouge	positive	142e	»
	rouge	positive	143-145e	»
	rouge-orange	positive	146e	»
	tactile + rouge	positive	147e	»
	rouge-orange	positive	148e	»
	tactile + rouge	positive	149-153e	»
	rouge-orange	négative	154-163e	»
	rouge	positive	164, 165e	»
	vert	négative	166-175e	»
	rouge-orange	négative	176-185e	»
	rouge	positive	186-188e	»

conclusions, de même qu'elle permet de fixer les thèses principales de la réflexologie. Cependant nous nous abstiendrons de ceci dans cette communication, parce que nous aurons l'occasion de faire cela plus tard, à l'exposition des résultats des expériences réflexologiques sur *Pagurus striatus*. Les pagures sont plus vivaces dans les conditions de nos expériences, voilà pourquoi nons avons obtenu des résultats beaucoup plus complets sur cet animal. Nous avons commencé déjà à les exposer dans la première communication préliminaire (voir Bull. de l'Inst. océanographique n° 375. 1920. Monaco, ainsi que Comptes rendus de la Société de Biologie, n° 25. 1920. Paris). Nous avons l'intention de continuer cette exposition dans des notes ultérieures.

* * *

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

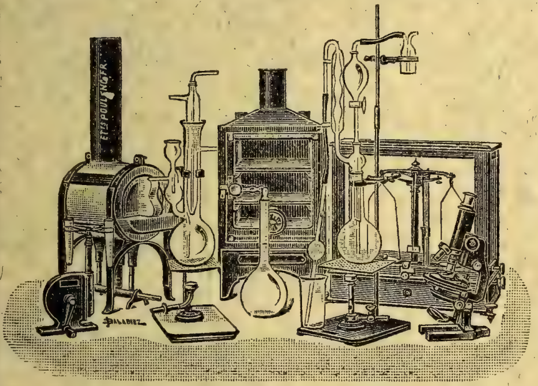
122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR ANALYSES || **PRODUITS CHIMIQUES** INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

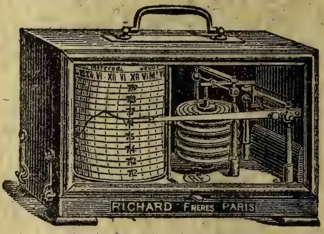
Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

VII, 1920.

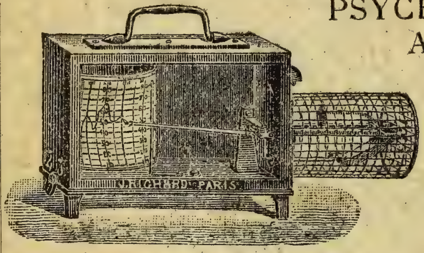
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie



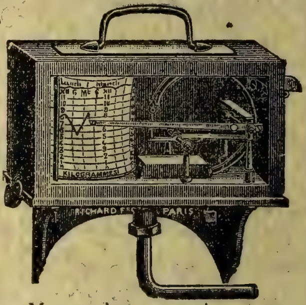
Baromètre enregistreur

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.



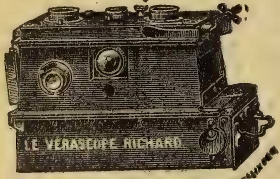
Thermomètre enregistreur

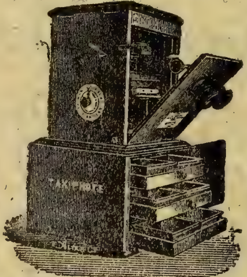
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.



Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour





-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 399. 5 Septembre 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
254181
National Museum.

Hydrogénation de quelques huiles préparées à bord des Yachts de S. A. S. le Prince de Monaco, lors de ses croisières scientifiques.

(Quatrième Note Préliminaire)

Par Henri MARCELET,
Docteur de l'Université de Montpellier.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

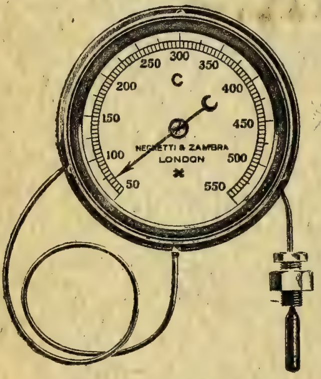
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier

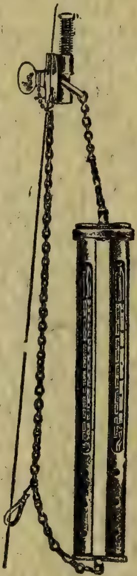


PRÉCISION
GARANTIE
à
1 % près

THERMOMÈTRE
à
DISTANCE
à
CADRAN ou ENREGISTREUR

THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE

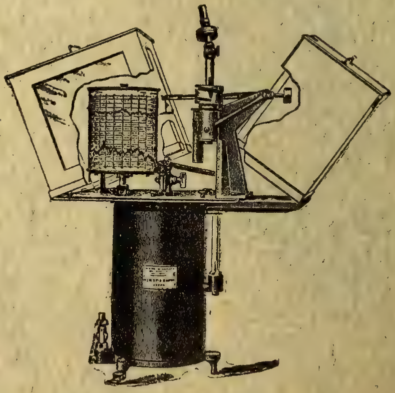


INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent

Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**



BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 399. — 5 Septembre 1921.

Hydrogénation de quelques huiles préparées à bord des Yachts de S. A. S. le Prince de Monaco, lors de ses croisières scientifiques.

(Quatrième Note Préliminaire)

Par **Henri MARCELET**,
Docteur de l'Université de Montpellier.

Dans cette note nous donnons les résultats fournis par l'hydrogénation de quelques huiles d'animaux marins. Ces huiles[1] proviennent soit des croisières de S. A. S. le Prince de Monaco, soit des collections du Musée Océanographique de Monaco.

Nous croyons utile de rappeler brièvement les données chimiques sur lesquelles se base l'hydrogénation ; nous indiquerons ensuite la technique que nous avons suivie et enfin les résultats obtenus.

1° ÉTUDE CHIMIQUE.

Les corps gras sont en général constitués par des mélanges de glycérides ou d'éthers d'acides gras. Ces acides peuvent être saturés ou non saturés, et présenter une ou plusieurs doubles liaisons. L'hydrogène pourra se fixer sur ces liaisons et transformer les acides non saturés en acides saturés correspondants, d'un point de fusion généralement supérieur au corps initial, ainsi que l'indique le tableau suivant.

---

[1] Bulletin de l'Institut Océanographique nos 271-290-368.

Points de Fusion des principaux acides gras et des glycérides correspondants[1].

ACIDE		CONSTITUTION	POINT DE FUSION	ORIGINE PRINCIPALE	Point de fusion des triglycérides correspondants
En C^{12}	Laurique	$C^{12}H^{24}O^{2}$. Saturé	43° 6	Huile de Coprah Beurres végétaux	45-46°
En C^{16}	Hypogéique	$C^{12}H^{30}O^{2}$. 1 double liaison	33°	Huiles d'Arachides	
	Palmitique	$C^{16}H^{32}O^{2}$. Saturé	62° 6	Suifs. Huiles non siccatives	63-64°
En C^{18}	Clupanodique	$C^{18}H^{28}O^{2}$. 4 doubles liaisons	Liquide à 0°	Huiles de Poisson	liquides
	Linolénique	$C^{18}H^{30}O^{2}$. 3 doubles liaisons	Liquide à 0°	Huiles siccatives	à 0°
	Linoléique	$C^{18}H^{32}O^{2}$. 2 doubles liaisons	au-dessous de 10°	Huiles demi-siccatives	
	Oléique	$C^{18}H^{34}O^{2}$. 1 double liaison	14°	Huiles non-siccatives	- 4 à - 5°
	Stéarique	$C^{18}H^{36}O^{2}$. Saturé.	69° 3	Suifs	71.6
	Ricinoléique	$C^{18}H^{34}O^{3}$. Acide. Alcool	4 à 5°	Huile de Ricin	
En C^{20}	Gadoléique	$C^{20}H^{38}O^{2}$. 1 double liaison	24° 0	Huiles de Poisson	
	Arachidique	$C^{20}H^{40}O^{2}$. Saturé	77° 0	Huile d'Arachide	
En C^{22}	Erucique	$C^{22}H^{42}O^{2}$. 1 double liaison	33-34°	Huile de Colza. Huile de Poisson.	31°
	Béhénique	$C^{22}H^{44}O^{2}$. Saturé	83-84°	Huile de Behen	

---

[1] M. Fréjacque. L'Hydrogénation des Huiles. Chimie et Industrie. Vol. 4. N° 4. Oct. 1920. p. 444.

Cette modification n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire, étant donné la complexité des mélanges des acides qui se trouvent associés dans les huiles et notamment dans les huiles de poissons. La question se complique encore lorsque ces acides possèdent plusieurs doubles liaisons, car on ne sait, à l'heure actuelle, si la saturation de ces doubles liaisons se fait graduellement ou si toutes sont atteintes à la fois. Cette question n'a d'ailleurs qu'une importance d'ordre purement théorique. Pratiquement on constate, en général, un durcissement croissant de l'huile traitée, et une diminution de l'indice d'iode, qui est exprimé, comme on le sait, par la quantité d'iode fixée dans 100 parties du corps gras, par les éléments non saturés qui s'y rencontrent.

L'hydrogénation permet, en outre, par des réactions mal connues, de faire disparaître la toxicité de certaines huiles, comme l'huile de croton, et de désodoriser les huiles d'animaux marins. Cette dernière réaction serait-elle la seule acquise qu'elle aurait, comme bien on le pense, une portée considérable. Elle permet, en effet, d'utiliser, soit comme matière alimentaire, soit en stéarinérie ou en savonnerie des huiles dont l'odeur est souvent repoussante et les rend inutilisables de ce fait.

2° TECHNIQUE EMPLOYÉE.

La fixation de l'hydrogène par les corps gras n'a lieu qu'en présence d'un corps susceptible de favoriser cette combinaison. C'est grâce aux éminents travaux de MM. Sabatier et Senderens sur les phénomènes de catalyse que l'hydrogénation des huiles a pu être réalisée.

De très nombreux métaux[1] ont été proposés et étudiés ; à l'heure actuelle le Nickel parait fournir les meilleurs résultats. Le métal est employé à l'état naissant soit par réduction préalable de son oxyde par un courant d'hydrogène puis mélange intime au corps gras à hydrogéner, soit par réduction d'un de ses sels au sein même du corps gras à traiter. Dans le premier cas il est nécessaire d'opérer sous une pression de 10 à 15 atmosphères et à une température variant entre 150° et 200° ; dans le second la réaction peut se faire à la pression ordinaire. et une température de 250° est nécessaire, ou bien on peut opérer sous pression et à une température moindre.

Par suite des facilités d'exécution des essais à la pression ordinaire, et sur les conseils de M. Fréjacque que nous tenons à remercier tout particulièrement des indications qu'il a bien voulu nous donner, nous avons choisi ce procédé.

---

[1] Nous renvoyons au très intéressant travail de M. Fréjacque paru dans Chimie et Industrie, Loc. Cit., donnant toute la bibliographie, l'historique de la question et les procédés industriels généralement employés.

L'hydrogène obtenu par action de l'acide chlorhydrique pur sur le zinc est purifié par passages successifs dans deux flacons laveurs contenant, l'un une solution concentrée de soude caustique, l'autre de l'acide sulfurique concentré, puis il est dirigé sur de la tournure de cuivre portée au rouge sombre et enfin desséché sur du chlorure de calcium poreux. Le gaz est conduit par un tube effilé au fond d'un grand tube à essai en verre contenant l'huile à hydrogéner à laquelle on a, au préalable, intimement mélangé le catalyseur. Un bouchon, traversé par un tube à dégagement et un thermomètre, ferme le tube à réaction que l'on fait plonger dans un bain d'huile. Le catalyseur employé est du carbonate basique de Nickel obtenu par précipitation de l'azotate par le carbonate de soude ; le précipité est minutieusement lavé puis séché dans le vide. La quantité de catalyseur employé est de 1 gramme de carbonate de Nickel finement pulvérisé et mélangé au mortier avec 50 grammes d'huile à traiter. La vitesse du courant d'hydrogène est telle, qu'il n'est plus possible de compter les bulles dans les tubes barboteurs de soude et d'acide sulfurique. Enfin le bain-marie est chauffé de façon à avoir dans le tube à essai une température constante de 250°.

Les opérations ont été ainsi conduites pendant huit heures consécutives en effectuant d'heure en heure, et sans interrompre le courant d'hydrogène, des prélèvements de 1 à 2 grammes, environ, de corps gras, qui, filtré, ont permis d'étudier les variations de l'indice d'iode et du point de fusion. La technique de Vijs [1] fut suivie pour tous les essais faits comparativement avec l'huile primitive.

A) Huiles provenant des croisières :

Huile de *Centroscymnus cœlolepis*, Squale.
— *Hexanchus griseus*, Squale.
— *Globicephalus melas*, Cétacé.

B) Huiles provenant des collections du Musée :

Huile de Morue.
— Hareng.
— Baleine.
— Phoque.
— Couronne [2].

---

[1] Marcille. Annales des Falsifications. Oct. 1910, p. 418.

[2] Pour la nature de l'huile de Couronne, se reporter à la note placée à la fin de ce mémoire.

3° RÉSULTATS.

ODEUR.

Une constatation très intéressante a été faite au cours des prélèvements horaires. Dès la première heure d'hydrogénation, toutes les huiles, quelque accentuée que soit leur odeur, ont toutes été désodorisées, et peu à peu ont senti le beurre fondu, la graisse ou le suif chaud puis ont perdu totalement toute odeur.

INDICE D'IODE.

L'indice d'iode déterminé ainsi que nous l'avons dit plus haut par la méthode de Vijs nous a fourni les résultats suivants :

Centroscymnus cœlolepis

Acidité de l'huile exprimée pour cent en acide oléique : 0 gr. 25.

Indice d'iode de l'huile avant tout traitement	206
— — après 1^{h} de —	165
— — — 2 —	136
— — — 3 —	124
— — — 4 —	109
— — — 5 —	85.9
— — — 6 —	70.4
— — — 7 —	59.1
— — — 8 —	51.1

Hexanchus griseus

Acidité de l'huile exprimée pour cent en acide oléique : 0 gr. 31.

Indice d'iode de l'huile avant tout traitement	91
— — après 1^{h} de —	51.7
— — — 2 —	40.7
— — — 3 —	33.9
— — — 4 —	31.6
— — — 5 —	29.5
— — — 6 —	28.2
— — — 7 —	25.4
— — — 8 —	25.2

Globicephalus melas

Acidité de l'huile exprimée pour cent en acide oléique : 0 gr. 65.

Indice d'iode de l'huile avant tout traitement	13.5
— — après 1^{h} de —	11.6
— — — 2 —	10.5
— — — 3 —	10.5
— — — 4 —	10.5
— — — 5 —	9.9
— — — 6 —	9.7
— — — 7 —	9.4
— — — 8 —	8.9

MORUE

Acidité de l'huile exprimée pour cent en acide oléique : 5 gr. 86.

Indice d'iode de l'huile avant tout traitement	178
— — après 1^{h} de —	99.9
— — — 2 —	84.1
— — — 3 —	76.5
— — — 4 —	69.2
— — — 5 —	61.0
— — — 6 —	56.1
— — — 7 —	51.1
— — — 8 —	48.5

Hareng

Acidité de l'huile exprimée pour cent en acide oléique : 4 gr. 85.

Indice d'iode de l'huile avant tout traitement	137
— — après 1^h de —	99 6
— — — 2 —	84.7
— — — 3 —	78.8
— — — 4 —	74.6
— — — 5 —	68.3
— — — 6 —	67.1
— — — 7 —	65.8
— — — 8 —	65.8

Baleine

Acidité de l'huile exprimée pour cent en acide oléique : 1 gr. 69.

Indice d'iode de l'huile avant tout traitement	161
— — après 1^h de —	90.1
— — — 2 —	77.3
— — — 3 —	70.6
— — — 4 —	64.6
— — — 5 —	53.6
— — — 6 —	49.2
— — — 7 —	45.1
— — — 8 —	40.5

Phoque

Acidité de l'huile exprimée pour cent en acide oléique : 5 gr. 61.

Indice d'iode de l'huile avant tout traitement	149
— — après 1^h de —	98.3
— — — 2 —	84.1
— — — 3 —	79.6
— — — 4 —	73.4
— — — 5 —	63.0
— — — 6 —	59.0
— — — 7 —	57.6
— — — 8 —	53.7

Couronne

Acidité de l'huile exprimée pour cent en acide oléique : 5 gr. 66.

Indice d'iode de l'huile avant tout traitement	135
— — après 1^h de —	109
— — — 2 —	104
— — — 3 —	98.0
— — — 4 —	94.7
— — — 5 —	94.4
— — — 6 —	93.4
— — — 7	92.5
— — — 8 —	91.2

Point de Fusion

Le point de fusion a ensuite été déterminé pour chacun des échantillons qui se sont solidifiés à la température du laboratoire (20-25°). L'huile de *Globicephalus melas* est restée liquide jusqu'à la septième heure mais dans le dernier échantillon de très petits cristaux se sont formés puis rassemblés lentement, et par repos, au fond du tube. L'huile de Couronne est restée absolument liquide.

Le point de fusion a été déterminé au moyen du tube capillaire ouvert plongeant, à côté d'un thermomètre en 10^e de degré, dans un bain d'eau froide dont la température a été très lentement élevée.

Centroscymnus cœlolepis

Point de fusion de l'huile avant tout traitement	liquide
— — après 1^{h} de —	liquide
— — — 2 —	liquide
— — — 3 —	14.0
— — — 4 —	21.8
— — — 5 —	36.7
— — — 6 —	39.6
— — — 7 —	41.3
— — — 8 —	42.0

Hexanchus griseus

Point de fusion de l'huile avant tout traitement	liquide
— — après 1^{h} de —	24.5
— — — 2 —	33.5
— — — 3 —	35.7
— — — 4 —	36.6
— — — 5 —	37.2
— — — 6 —	37.9
— — — 7 —	38.7
— — — 8 —	39.2

MORUE

Point de fusion de l'huile avant tout traitement	liquide
— — après 1^{h} de —	liquide
— — — 2 —	25.0
— — — 3 —	29.2
— — — 4 —	33.3
— — — 5 —	37.5
— — — 6 —	39.8
— — — 7 —	42.7
— — — 8 —	48.5

HARENG

Point de fusion de l'huile avant tout traitement	liquide
— — après 1^{h} de —	liquide
— — — 2 —	liquide
— — — 3 —	24.8
— — — 4 —	28.2
— — — 5 —	32.0
— — — 6 —	33.5
— — — 7 —	34.2
— — — 8 —	35.2

BALEINE

Point de fusion de l'huile avant tout traitemeut	liquide
— — après 1^{h} de —	28.8
— — — 2 —	33.5
— — — 3 —	35.8
— — — 4 —	38.0
— — — 5 —	42.0
— — — 6 —	42.7
— — — 7 —	45.1
— — — 8 —	45.5

PHOQUE

Point de fusion de l'huile avant tout traitement	liquide
— — après 1^{h} de —	liquide
— — — 2 —	liquide
— — — 3 —	liquide
— — — 4 —	20.9
— — — 5 —	29.8
— — — 6 —	31.2
— — — 7 —	32 3
— — — 8 —	33.0

Nous avons réuni sous forme d'un tableau général, placé à la fin de cette note, afin de les comparer, tous les résultats que nous venons de signaler.

De l'examen de ce tableau, et surtout si l'on reproduit graphiquement [1] les résultats qu'il renferme, il résulte que, en opérant dans les mêmes conditions :

1° la rapidité de l'hydrogénation des huiles varie avec chaque espèce.

2° La chute de l'indice d'iode est, en général, très grande dans la première heure, correspondant peut-être à la transformation des produits aromatiques de l'huile. Les transformations dans les heures suivantes sont plus lentes.

---

[1] Ces graphiques paraîtront dans le travail définitif.

3° Il n'y a pas concordance entre l'indice d'iode et le point de fusion. Par exemple plusieurs corps gras ayant le même indice d'iode n'ont pas le même point de fusion.

4° Si l'on calcule à quel moment de l'hydrogénation la solidification de l'huile commence (pour une température de 20-25°) on constate que l'indice d'iode s'est abaissé

pour l'huile de	*Centroscymnus cœlolepis* de	47	p. cent.
—	*Hexanchus griseus*........	43	—
—	Morue.....................	52	—
—	Baleine	44	—
—	Phoque	50	—
—	Hareng....................	42	—

ces chiffres, bien que fournis par des animaux marins si disparates, sont relativement assez concordants et ils sembleraient autoriser à dire que la solidification d'une huile, de ce genre, ne commence, pour une température de 20-25°, que lorsque l'indice d'iode de l'huile s'est abaissé dans la proportion de 40 à 50 pour cent environ.

Il serait, certes, téméraire, avec un aussi petit nombre de résultats, de poser cette simple constatation en principe, cependant si nous calculons d'après ces chiffres le point de solidification qui aurait été obtenu si l'hydrogénation des huiles de *Globicephalus* et de Couronne avait été poursuivie, on obtient pour l'huile de *Globicephalus*

pour un abaissement de 40 °/₀, un indice d'iode de 8,1
— — 50 °/₀, — — 6,5

chiffres, surtout le premier, voisins de 8.9 indice trouvé au bout de 8^h correspondant à un commencement de cristallisation. Quant à l'huile de Couronne, qui est restée liquide, l'indice d'iode correspondant à la solidification calculée sur un abaissement

de 40 p. cent devrait être 81.0
50 — — 67.5

chiffres inférieurs à celui obtenu (91.2) au bout de 8^h d'hydrogénation.

Afin de vérifier si ce calcul était juste nous avons repris ces huiles et avons poursuivi l'hydrogénation encore pendant 8 heures. Les prélèvements horaires nous ont permis de suivre, par l'abaissement de l'indice d'iode, les modifications qui se produisent dans le corps gras.

Globicephalus melas

Indice d'iode de l'huile	après	9^h	de traitement	8.8
—	—	10	—	8.4
—	—	11	—	8.2
—	—	12	—	8.2
—	—	13	—	8.0
—	—	14	—	8.0
—	—	15	—	7.9
—	—	16	—	7.8

Au bout de 16^h de traitement l'huile de *Globicephalus melas* n'est pas solidifiée, au sens strict du mot, mais elle a pris une consistance de bouillie cristalline fondant à 25°5 et dont l'indice d'iode est de 7.8 chiffre compris dans les limites fixées par notre calcul. Nous n'avons pu poursuivre plus longtemps l'hydrogénation de cette huile, nous ne pouvons donc savoir si nous serions arrivé à une solidification totale. Nous ne le pensons pas, car cette huile possède un indice de Kœttstorfer[1] très élevé indiquant une très grande quantité d'acides gras. Or l'indice d'iode est extrêmement faible d'où il faut déduire que ces acides gras sont en majeure partie constitués par des acides saturés et que les acides non saturés, évalués par l'indice d'iode, sont en très faible proportion.

En outre le point de fusion des acides gras totaux précédemment déterminé est seulement de 18°1 ce qui fait penser que les acides saturés du mélange sont presque liquides à la température ordinaire. La petite quantité d'acides non saturés, transformés partiellement, puisque l'indice d'iode est encore de 7.8 après la 16^e heure, en acides saturés, d'un point de fusion plus élevé, se trouve en suspension dans la masse, relativement énorme, des acides saturés qui sont liquides à la température ordinaire. Cela explique la consistance en bouillie cristalline que nous avons obtenue. Quoiqu'il en soit, bien que la solidification totale n'ait pas été obtenue, on constate que notre calcul, même dans un cas aussi spécial, se trouve en partie confirmé.

Quant à l'huile de Couronne nous avons aussi prolongé l'hydrogénation pendant 8 heures. D'après le calcul, la solidification de l'huile devait se produire lorsque l'indice d'iode se serait abaissé de 40 à 50 pour cent soit lorsque ce chiffre serait compris entre 81.0 et 67.5.

Les prélèvements horaires nous ont, de nouveau, permis de suivre les transformations de l'huile.

---

[1] Bull. Inst. Océanog. nº 271. 6 août 1913 p. 11. Indice 254.

COURONNE

Indice d'iode de l'huile	après	9^h	de traitement	88.0
—	—	10	—	83.4
—	—	11	—	80.0
—	—	12	—	77.9
—	—	13	—	76.0
—	—	14	—	74.5
—	—	15	—	72.1
—	—	16	—	69.9

et le point de fusion a été pris dès que l'huile a commencé à se solidifier :

Point de fusion de l'huile	après	9^h	de traitement	liquide
—	—	10	—	15°.4
—	—	11	—	20. 2
—	—	12	—	22. 0
—	—	13	—	26. 3
—	—	14	—	29. 0
—	—	15	—	34. 2
—	—	16	—	36. 6

On constate que la solidification du corps gras pour une température de 20-25°, s'est produite lorsque l'indice d'iode était à 80.0 chiffre bien voisin de celui indiqué par notre calcul.

Ces deux résultats viennent donc confirmer d'une façon surprenante les observations faites précédemment. Le nombre des essais n'est certes pas encore suffisant pour permettre d'affirmer la concordance qui semble exister entre l'abaissement de l'indice d'iode (40 à 50 p. cent) et le commencement de solidification pour une température de 20-25°. La diversité des huiles que nous avons étudiées semblerait cependant le prouver, la suite de nos recherches nous permettra peut-être de confirmer ces résultats.

En résumé, ces quelques essais montrent que dans les conditions où nous avons opéré, l'hydrogénation permet de désodoriser très rapidement les huiles d'animaux marins ; ensuite nous avons observé que l'abaissement de l'indice d'iode est en général très grand dans la première heure pour sembler se ralentir ensuite ; qu'il n'y a pas concordance entre l'indice d'iode et le point de fusion du corps gras. Cependant nous avons observé que le point de solidification d'une huile (à une température de 20-25°) a lieu lorsque l'indice d'iode a été abaissé par l'hydrogénation de 40 à 50 pour cent.

Note. — L'huile de Couronne est un mélange de 2/3 d'huile de Phoque et 1/3 d'huile de Squale (*Somniosus microcephalus*). Ce renseignement nous a été communiqué, après rédaction de ce mémoire, par M. le Dr J Schmidt, d'après les indications de MM. Thor E. Tulinius de Copenhague.

HUILES	*Centroscymnus cœlolepis*		*Hexanchus griseus*		*Globicephalus melas*		Morue		Hareng		Baleine		Phoque		Couronne	
Acidité	0.25		0.31		0.65		5.86		4.85		1.69		5.61		5.66	
	Indice d'iode	Point de fusion	Indice d'iode	Point de fusion	Indice d'iode	Point de fusion	Indice d'iode	Point de fusion	Indice d'iode	Point de fusion	Indice d'iode	Point de fusion	Indice d'iode	Point de fusion	Indice d'iode	Point de fusion
Huile avant traitement	206	liq.	91	liq.	13.5	liq.	178	liq.	137	liq.	161	liq.	149	liq.	135	liq.
Huile après 1^{h} d'Hydrogénation	165	liq.	51.7	24.5	11.6	liq.	99.9	liq.	99.6	liq.	90.1	28.8	98.3	liq.	109	liq.
— 2 —	136	liq.	40.7	33.5	10.5	liq.	84.1	25.0	84.7	liq.	77.3	33.5	84.1	liq.	104	liq.
— 3 —	124	14.0	33.9	35.7	10.5	liq.	76.5	29.2	78.8	24.8	70.6	35.8	79.6	liq.	98.0	liq.
— 4 —	109	21.8	31.6	36.6	10.5	liq.	69.2	33.3	74.6	28.2	64.6	38.0	73.4	20.9	94.7	liq.
— 5 —	85.9	36.7	29.5	37.2	9.9	liq.	61.0	37.5	68.3	32.0	53.6	42.0	63.0	29.8	94.4	liq.
— 6 —	70.4	39.6	28.2	37.9	9.7	liq.	56.1	39.8	67.1	33.5	49.2	42.7	59.0	31.2	93.4	liq.
— 7 —	59.1	41.3	25.4	38.7	9.4	liq.	51.1	42.7	65.8	34.2	45.1	45.1	57.6	32.3	92.5	liq.
— 8 —	51.1	42.0	25.2	39.2	8.9	cristaux	48.5	43.2	65.8	35.2	40.5	45.5	53.7	33.0	91.2	liq.
— 9 —	—	—	—	—	8.8	cristaux	—	—	—	—	—	—	—	—	88.0	liq.
— 10 —	—	—	—	—	8.4	cristaux	—	—	—	—	—	—	—	—	83.4	15.4
— 11 —	—	—	—	—	8.2	cristaux	—	—	—	—	—	—	—	—	80.0	20.2
— 12 —	—	—	—	—	8.2	cristaux	—	—	—	—	—	—	—	—	77.9	22.0
— 13 —	—	—	—	—	8.0	cristaux	—	—	—	—	—	—	—	—	76.0	26.3
— 14 —	—	—	—	—	8.0	cristaux	—	—	—	—	—	—	—	—	74.5	29.0
— 15 —	—	—	—	—	7.9	cristaux	—	—	—	—	—	—	—	—	72.1	34.2
— 16 —	—	—	—	—	7.8	cristaux	—	—	—	—	—	—	—	—	69.9	36.6

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

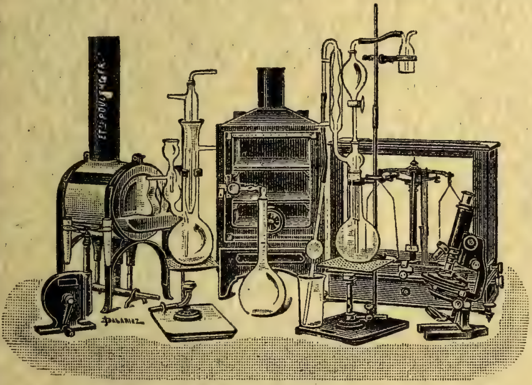
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE — VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

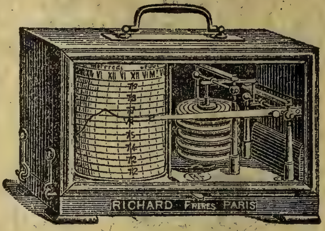
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

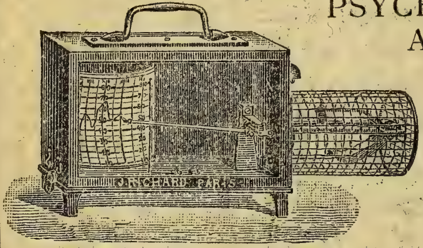
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

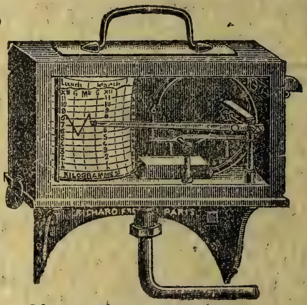

RICHARD FRÈRES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

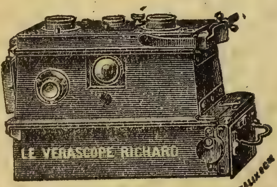
Thermomètre enregistreur

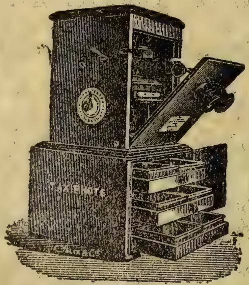
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FR. PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue Paris

15,3,20

508.2

N° 400. 20 Septembre 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Smithsonian Institution
OCT 29 1921
254181
National Museum.

A New Classification of Animals.

Austin H. CLARK.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

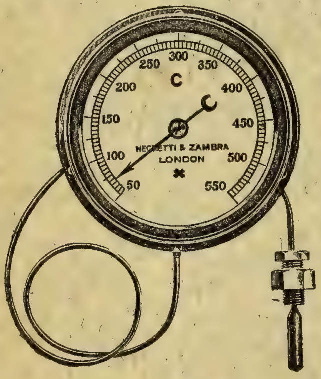
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier

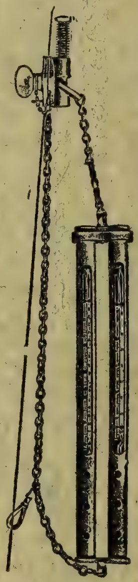


PRÉCISION
GARANTIE
à
1 % près

THERMOMÈTRE
à
DISTANCE
à
CADRAN ou ENREGISTREUR

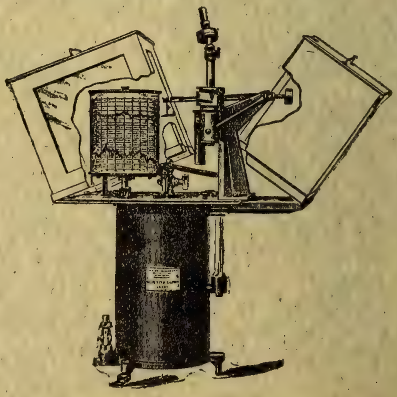
THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE



INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE
DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

V. 921.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
N° 400. — 20 Septembre 1921.

A New Classification of Animals.

Austin H. CLARK.

In the following pages an attempt is made to group the animal phyla according to the progressive economic perfection of the various types, and at the same time to point out the correspondencies and differences between animals and plants.

While it is not to be expected that any close correspondence will be found between the inorganic and organic worlds it is an interesting fact that, as pointed out by Dr Henry S. Washington, potassium and magnesium on the one hand and sodium and iron on the other tend to vary together in igneous magmas and in the minerals formed from them; that is, igneous rocks and minerals which are high in potassium contain much magnesium and but little iron, while if the rock or mineral be dominantly sodic iron will be high and magnesium low if these be present. There is an analogous relation of these pairs of elements in the organic world, magnesium and potassium being essential to vegetable metabolism, the other pair being of minor importance, while iron and sodium are necessary for animal metabolism, magnesium and potassium very much less so.

All organic forms may be interpreted as falling under one or other of the six systems of crystallization. All animals, Protozoa and the morulæ and blastulæ of the higher types, are ultimately reducible to the isometric system, with three equal axes at right angles to each other. Plants, on the other hand, are all fundamentally reducible to the orthorhombic system, with three unequal axes at right angles to each other, or to the tetragonal system, with three axes at right angles to each other, two equal and the third longer or shorter. As a simple illustration the Menthaceæ may be said to have orthorhombic leaves and a tetragonal stem.

The essential difference between plants and animals seems to be merely a difference in mode of development and hence of form, in most cases, though not always, correlated with a difference in the type of food and in the manner of its assimilation.

The primitive cell from which both plants and animals are derived appears to have been ensheathed with an organic deposit, the cell membrane or a thickened derivative from it, and to have contained crystals of various inorganic substances (opaline silica, calcium carbonate, calcium oxalate, calcium phosphate, magnesium carbonate, barium sulphate, etc.) within the cytoplasm. Such cells are represented in various protozoans, in the myxomycetes, in the sponges, in the turbellarians, in the cestodes, in the rotifers, in the tunicates, and, less frequently, in many other animals, but are more typically developed in the raphide bearing cells of plants.

From a mass of cells of this sort a skeleton may be formed in either of two ways, by increasing the thickness and density of the external organic layer and reducing the cell cavity to a minimum, or by increasing the amount of the inorganic substance, which may be laid down within the cell, deposited in the cell wall, or excreted from it.

Animals maintain the necessary circulation of liquids about their constituent cells through their own muscular efforts; to reduce these efforts to a minimum the cell borders must remain as thin as possible so as to afford the maximum surface through which interchange of substances may take place between the cytoplasm and the exterior. Hence the simpler animals for the most part construct external skeletons which may take the form of organic, inorganic, mixed or agglutinated tubes within which they live freely or partially attached, or of organic, inorganic or mixed supports to which, though they form structurally no part of their bodies, they are firmly attached, or a combination of the two. Diffuse internal intracellular or extracellular skeletons are also found in the shape of silicious and calcareous spicules, rods, asters, etc., and organic fibers and meshes, while the rudiments of an organic cuticle have been detected in certain of the highest types. Most significant are the calcareous and silicious intracellular skeletons of the Foraminifera and radiolarians, for in these we seem to have an indication of the origin of the animal skeleton from primitive raphide-like inclusions, in the Foraminifera through structures comparable to the granules and lime knots seen in the myxomycetes, and in the radiolarians through a radial arrangement of a number of silicious needles. It should be mentioned also that some of the radiolarians construct their skeletons of an organic substance, acanthin, allied to lignine. Only animals which possess a blood vascular system combined with a respiratory system are capable of developing a continuous external or internal skeleton such as we see in the echinoderms, arthropods, tunicates and vertebrates.

The plants which live on land require no effort whatever on their part to maintain the circulation necessary to their existence, which is effected through the purely physical processes of evaporation and osmosis ; they are therefore able to develop the inorganic external deposit within their cell walls leaving only small windows for the necessary renewal of their cell fluids. Air being much lighter and more mobile than water, flexibility is a very essential attribute of fixed air-living organisms, while the elements entering into the composition of lignine are more universally and uniformly abundant and more readily available than any of the elements forming the basis of the inorganic compounds suitable for skeletons ; thus the plants have developed woody skeletons in contrast to the corresponding animals in which the skeleton is wholly, or at least in large part, inorganic.

The plants living in the sea are confronted with more or less the same problems as the marine animals, and they must keep their cell walls at a minimum thickness ; they meet these problems in the same way, by building up calcareous supports upon which they rest or by developing a structure more or less suggestive of that of some cœlenterates.

Similarly many of the animals of this type under adverse conditions, the drying up of the water in which they live, the lowering of the temperature, etc., enter a resting stage or form spores, and their cysts or spores, since the metabolic processes are in abeyance and there is no necessity for interchange between the cytoplasm and the surrounding medium, are enclosed within a thick resistent casing resembling in formation and in composition the lignitic investment of the woody cells of plants.

It is of interest to note that in the higher animals organic skeletons are always external, as in the crustaceans, tunicates, insects, etc., bearing the same relation to the body of the animal as a whole that the woody portion of a plant cell does to the rest of the cell, or if internal, as a vertebrate notochord, they are modified by the development of vacuoles and cuticular structures into a form resembling the vegetable parenchyma of plants; while inorganic skeletons, found in the vertebrates, are internal and bear somewhat the same relation to the body as a whole that the raphides of plants or the skeletal structures of the myxomycetes or radiolarians do to the cells which contain them.

The Protozoa may be defined as organisms which are mostly solitary, rounded, ovoid or somewhat elongated, never (excepting for a few parasitic types which live under plant conditions) filiform; in the few colonial typesthe individ uals are irregularly massed or more or less radially grouped; if continuous cells are formed the arrangement of these is spiral, in two or more alternating rows, or irregular, very exceptionally in a continous row; chains are very rare, and are formed by the adherence of a number of similar individuals. The Thallophyta are not usually solitary, and if so are predominently elongated or filiform, the simpler types usually forming chains or films and the higher, by linear and subsequently ramifying growth from the original germ cell, a more or less complicated thallus.

The simple animal, feeding only upon organic substances which, though with a high food value, are relatively rare and soon exhausted in any given locality, and not dependent upon light for the transformation of its food into organic form, finds the most advantage in a rounded or radiate body capable of reaching out in any direction, and in a compact motile body enabling it to search for food.

The simple plant, on the other hand, finds its food much more generally distributed, one place being as well supplied with food material as another, so that mobility is of no advantage to it; but in order to assimilate this food it finds it advantageous to assume an elongate or filiform shape in order to expose as much of its protoplasm as possible both to nutrient liquids and to light.

Various parasitic protozoans, especially gregarines and flagellates, living surrounded by nutrient material like a plant, have secondarily assumed more or less the elongate plant-like body form.

In the Bryophyta and Pteridophyta an 8-celled embryo is formed by the division of the original germ cell and its derivatives in three planes each at right angles to the other two; the first cleavage plane divides this 8-celled embryo into two 4-celled halves each of which develops in a linear manner, one half forming the roots and the other the stem and leaves.

In the Phanerogamia a multicellular embryo is formed with an outer (epidermal) layer and an inner mass of cells, this embryo elongating and developing after the linear fashion of the preceding.

A flowering plant is composed of a large colony of individuals or phytons, each phyton being elongate and usually also flattened, at least in part. In order to insure the maximum efficiency for the individual phytons successive phytons are developed radially so that one will not shade or otherwise interfere with the functions of the others; but the fundamentally radial arrangement of the phytons is modified, through the fact that they are formed successively one after the other, into a spiral, and a truly radial arrangement is only found in the terminal groups of highly specialized phytons composing the flowers. A true linear arrangement of the phytons never occurs.

In the animals the first step in advance over the protozoan is through the formation of a globular morula or blastula, this representing the first advance possible for organisms with an inherent globular form and radial developmental tendencies. In practically all animals part of the wall of the blastula collapses forming a gastrula with an outer covering and an inner lining of cells from one or both of which a few or many cells, individually or as groups, become partially or completely detached, each of the three categories of cells ultimately giving rise to very different tissues and structures, though the generative products may be formed from any one of them.

Apparently from the very first the most primitive animals, arising from two distinct protozoan prototypes, diverged in three entirely different lines between which no intergradation can with any degree of certainty be shown ; one of these lines, represented by the sponges, shows no trace whatever of further development, though it exhibits enormous interphyletic differentiation ; the second, from an entirely different stock, represented by the cœlenterates, gave rise to a single offshoot, the ctenophores, but developed no further ; while from the third line, represented by the flatworms and related types, derived from the same stock as the first, all of the higher animals have originated.

Sponges develop from a solid morula, more or less comparable to a phanerogam embryo, or from an invaginate gastrula which attaches itself by the blastopore, developing directly and at once into an amorphous mass consisting of a community of cells imperfectly integrated and showing relatively little division of labor or unified life with no definite organs or tissues, masses which to all intents and purposes are colonies of more or less differentiated and localized individual and independent cells, in spite of their origin comparable to colonies of infusorians rather than to the bodies of the higher animals.

The sponge mass develops radially about the original axis of the embryo as a center into a more or less subcircular, subradiate, cup-like, foliaceous or digitiform body as a result of the efforts of the sponge to expose as much of its surface as possible to the water in order to insure the maximum food supply. The development of the original unit is always radial and that of the mass fundamentally radial, while in the thallophytes the exactly similar forms, occuring especially in the lichens, resulting from their efforts to expose as much of their substance as possible to the air, are derived originally through linear development by masses of elongate or linear cells.

The marked discontinuity between the sponges and all other animals with the possible exception of certain infusorians indicates that they form an isolated group entirely distinct from all other types with which they are united only in having a common ancestor in the Protozoa.

In the cœlenterates the embryo very generally is a planula, consisting of an outer layer of ciliated ectoderm and an inner hollow mass of endoderm, and distantly comparable to a phanerogam embryo. Development, which is direct and immediate as in the sponges, is radially about the original axis of the embryo as a center into a radially symmetrical animal with a single cavity in the body.

The cœlenterates represent the most primitive type of true multicellular animal in that the polyps (or medusæ) are definite and complete entities, and at the same time are radially symmetrical. The compactness and marked tendency toward a spherical or radial form or grouping which is the chief characteristic of the Protozoa naturally and logically finds its first multicellular expression, as a result of the geometrical division of the ovum into 2, 4, 8, 16, 32, 64, etc. cells, in the formation of a spherical or radially symmetrical multicellular embryo which may be a solid mass or a hollow ball of cells, usually becoming flattened or more or less concave on one side. Developing along the same lines by which it originated from its protozoan ancestors this embryo gives rise to a radially symmetrical animal with a central cavity, the axis of the radial symmetry being the same as the axis of the embryo.

So far as their form, considered purely as the continued and developed expression of the difference between animals and plants as seen in the unicellular types, is concerned the cœlenterates are the most perfect of all animals. Through the formation of a multicellular body they have overcome the limitations in size imposed by a unicellular body; but a multicellular body formed by development strictly along radial lines is necessarily radially symmetrical, and radial symmetry means the absence of a head end and of centralized nervous control, and hence of the power of consciously directed locomotion.

In the plants an asexual generation is always present; there may be a regular alternation of sexual and asexual generations with the latter so reduced as to be almost vestigial as in the phanerogams, there may be several or many asexual generations intervening between the sexual generations, or the sexual generation may even be, so far as we know, quite absent. Coupled with the asexual reproduction represented in the alternation of generations there is another type of asexual reproduction through the formation by budding from the original unit (phyton) of vast numbers of additional units resulting in the creation of colonies, as in the flowering plants.

For physiological reasons the formation of sexual products by a plant is a much more exhausting process than it is for an animal, and furthermore, as plants are for the most part terrestrial, all sorts of devices must be evolved and adopted to guard against the dessication of the germ cells as well as to insure the fertilization of the ova. The natural result of these difficulties has been to reduce sexual reproduction in all plants to a minimum and to increase asexual reproduction to a maximum.

In the animals there is no marked physiological discontinuity between the formation of germ cells and the formation of the other cells of which the body is composed. As most animal types are marine, or if not marine are active, and their germ cells have a specific gravity only slightly greater than that of the medium in which they live or than their body fluids, there is no necessity for special adaptations to insure fertilization or to protect the embryos. On the other hand, the complex organization of a multicellular animal and the centralization and coördination of its organs render asexual reproduction both difficult and dangerous, and in the animals therefore sexual reproduction is developed to a maximum while asexual reproduction and vegetative reduplication are reduced to a minimum.

Asexual reproduction occurs in most cœlenterates; some, like some sponges, reproduce by budding and fission, while many by continuous budding from an original asexual individual form extensive colonies in which the units are usually differentiated and specialized for various functions. Though they are entirely different in every detail of structure, just as we see in the sponges a reflection of the thallophytic method of mass increase so we recognize in the colonial cœlenterates, especially in such types as the hydroids, a close parallel to the phanerogams, the colonies, dendritic or otherwise plant-like in form, being composed of more or less differentiated reduplications of an original asexual individual relatively few of which are reproductive in function. This complicated type of colony reappears, still more perfected, in the Polyzoa, and, though these arise from a sexual instead of from an asexual individual, it finds in the specialization of the units, in the restriction in numbers of the sexual individuals, and in the construction of a common domicile, a close parallel in the colonies of the termites and of the social Hymenoptera.

Another phase of asexual reproduction is represented by strobilization, consisting of the fission and division of the anterior half of the body into a number of segments which continually separate off from the anterior end to the base, progressively attaining independent existence as ephyræ which develop directly into adult medusæ. It is not difficult to see in strobilization the origin of cestode segmentation ; but in the tapeworms the segments, instead of being independent entities, possess a common excretory and nervous system ; and from cestode segmentation it is an easy step to the segmentation of the annelids in which all the segments are finally incorporated into a definite body, though in some forms groups of sexual segments, growing a new head and tail, may be continually given off from an asexual anterior group as the proglottides are given off from the cestode scolex. From annelid segmentation we derive the closely compacted body of the insects and related types in which we sometimes see, as in the centipedes and myriapods, distinct traces of an annelidan origin.

Colonies of undifferentiated individuals are frequent in the cœlenterates, and are well represented by the colonial anemonies. Similar colonies occur in many polyzoans, in *Cephalodiscus*, in *Rhabdopleura*, and in the tunicates.

Many cœlenterates, as the Trachomedusæ, and the ctenophores are never colonial and are not known to bud. Comparable unsegmented forms occur in all the higher groups, being represented, for instance, by most planarians, the rotifers, the sipunculids and priapulids, the molluscs, *Phoronis*, many tunicates, etc.

There is a noticeable tendency, however, for these primarily unsegmented types gradually to become more or less divided internally into not more than three segments (as in *Phoronis*, the brachiopods, the chætognaths, the Enteropneusta, etc.)

which runs parallel with the progressive consolidation and unification of the segmented body as traced from the cœlenterate strobila through the cestode and the annelid to the arthropods, and both body types appear finally to coalesce in the vertebrates.

The cœlenterates are solitary or colonial, and the colonial type may, as in the siphonophores, become a more or less unified entity. A similar dichotomous division of the body structure, more or less marked, is observable in all the broader animal groups indicated by increasing bodily complexity, as well as in the plants. We cannot convincingly derive the bodily structure of a sipunculid from that of a cestode, that of an annelid from that of a nematode, that of an insect from that of a sipunculid, or that of a brachiopod from that of an annelid; but if we can assume that fundamentally all organisms are either simple or compound and that in each group there is a strong tendency to segregation toward both extremes the problem of tracing a logical phylogenetic developmental line becomes much simplified.

The third group of animals which can be assumed to have arisen directly from the protozoans, quite independently of the sponges and cœlenterates, is characterized by the possession of more or less perfected quadrilateral symmetry, of a more or less developed centralized nervous system, and of an excretory system; there is no vascular system, no respiratory system, no skeleton, and no true cœlome, and hæmoglobin is never present in the tissues. This assemblage of animal types, which includes the flat worms, the round worms, the Acanthocephala, the rotifers, the Calyssozoa and the polyzoans, is exceedingly heterogeneous on account of the unorganized condition of the various organs and structures of which the body in each of the component types is composed, and hence of the lack of any definite correlation between them; but it should be borne in mind that the higher types, in which the nervous system, the alimentary system, the nephridial system, the generative system and the body cavity have been organized and coördinated and reduced to a standard and relatively inflexible type appear to be just as heterogeneous when considered solely on the basis of the vascular, respiratory and skeletal systems which first appear and gradually become organized in them.

This group is divided into two main sections, foreshadowing a similar division in all the more specialized animal types.

In one of these, including the rotifers, the Calyssozoa and the polyzoans, the *Stentor*-like method of feeding by means of a ciliated food-collecting mechanism, a trochal disc or a lophophore, reappears. In the rotifers this is not accompanied by a marked bodily distortion except for a prevalent asymmetry; comparable conditions, a ciliated feeding apparatus and an undistorted body, subsequently occur in the sipunculids and certain annelids and, also combined with asymmetry, in the Cephalochorda. In the Calyssozoa and Polyzoa the animal attaches by the anterior end and the mouth migrates posteriorly to a position near the anus; this curious distortion, combined with a ring or group of ciliated tentacles about the mouth, is repeated in *Phoronis*, the brachiopods, the crinoids (but not the other echinoderms), *Balanoglossus* and *Cephalodiscus*, and paralleled in the tunicates.

In the other section a ciliated or tentacular food collecting mechanism is never developed; food may be taken in either of two ways, by osmosis through the body wall, as in the cestodes and Acanthocephala, a method later reappearing in certain parasitic molluscs and barnacles, or it may be swallowed through the mouth as in most animals.

In the acœlomate animals there are many unusual features which are highly anomalous when regarded as animal structures but which if met with in plant types would appear quite normal. It seems logical to regard these as resulting from the development of structural tendencies inherent in the organic world as a whole, though ordinarily confined to the plants. As a concrete illustration may be taken the occurence of chlorophyll. The parenchyma of the species of the turbellarian genus *Vortex* includes green vesicles containing chlorophyll and starch, while some of the species of the turbellarian genus *Convoluta* are said to be able to live on inorganic substances like a green plant by means of the green cells in their tissues.

It has been suggested that the green elements in *Vortex* and *Convoluta* are symbiotic algæ. If this were so these types would be comparable to the lichens, which are symbiotic colonies composed of Ascomycetes (more rarely Basidiomycetes) living in indissoluble connection with Schizophyceæ or Chlorophyceæ. But although the occurence of symbiotic algæ has been assumed in many animal types no one has ever been able actually to demonstrate their existence. On the other hand chlorophyll is rather widely distributed in the animal kingdom, occurring in certain infusorians, sponges and cœlenterates, and sporadically even as far as the insects, though confined to fresh water or terrestrial types. Bearing in mind that chlorophyll is by no means universally present in plants, being entirely absent from large groups and even from a great number of flowering plants, we would seem justified in considering chlorophyll as a potential constituent of the bodies both of plants and of animals in much the same way that the carnivorous habit (developed in many bacteria, many fungi, and to a greater or lesser extent even in such flowering plants as the Droseraceæ, Sarraceniaceæ, Nepenthaceæ, Cephalotaceæ, Lentibulariaceæ and Scrophulariaceæ) and the power of rapid movement (as seen in the traps of *Dionœa* and *Aldrovanda*, the lateral leaflets of *Meibomia gyrans*, the lips of certain orchids, the stamens of *Berberis,* the leaflets and leaves of *Mimosa*, etc.) are potential in plants as well as in animals.

The excretory system of the cestodes, trematodes and turbellarians is most extraordinarily developed, recalling in certain ways the tracheæ of insects ; in its structure and development, especially of its finer branches, it resembles comparable organs in plants more closely than it does any other organ normal to animals. In the cestodes it appears entirely to replace the alimentary, circulatory and respiratory systems, or rather to perform the work done by these systems in the higher types, by extracting and expelling water (in addition to waste products) from all the tissues of the body in this way maintaining the protoplasmic density necessary to insure the constant flow of nutrient liquids through the body wall and to bring about the necessary interchange of substances, just as in the plants the requisite protoplasmic density is maintained through the exhalation of water vapor from the leaves, or better, through the exudation of water from the water stomata. Intracellular deposits recalling the raphides in the plant cells occur in the mesoderm of cestodes and rotifers, and in the ectoderm of turbellarians. They are also found in sponges. Spiral structures, characteristic of plants but anomalous in animals, are represented by the spiral reinforcement of various organs (pharynx, vagina, etc.) and sometimes of the whole body seen in certain nematodes, recalling the tracheæ of insects, and in the nematocysts. These last occur in certain infusorians, in all the cœlenterates, in the single genus *Euchlora* among the ctenophores, in the Æolidiodea among the naked molluscs, on the surface of the proboscis in the unarmed nemerteans, and in the ectoderm of the turbellarians belonging to the genera *Microstoma*, *Anonymus* and *Stylochoplana*. Intracellular canals, characteristic of plants, occur in certain types, and in the nematodes the alimentary tract may be, like tracheal tubes, secreted by a single cord or spiral coil of cells, while in the male rotifers it is sometimes replaced by a simple string of cells. Excepting for the more or less *Stentor*-like rotifers, Calyssozoa and polyzoans the acœlomate animals are all either much flattened, or elongate and cylindrical, often filiform possessing therefore the body form characteristic of plants in contrast to that normal for animals. They develop mostly from a solid more or less phanerogam-like embryo either gradually and directly into the adult or through an asexual stage very different from the adult which undergoes vegetative reduplication by budding and fission ; in both of these features the development resembles that of plants more than of the higher animals, excepting only for one or two highly anomalous crustaceans.

Together with the features just mentioned there are others, such as distinct traced of radial and bilateral symmetry, which recall the cœlenterates and ctenophores, and still others, especially in connection with the parenchyma, which recall the sponges.

The characters of the acœlomate animals may be analyzed, as follows :

Features duplicated in the plants, but not in the simpler multicellular animals (11)............	44 %
Features found in higher animals (7)...........	28 %
Features characteristic of the Infusoria (4).......	16 %
Features characteristic of the sponges (1)........	4 %
Features characteristic of the cœlenterates (1)...	4 %
Features characteristic of the ctenophores (1)....	4 %

From this analysis it would appear that the acœlomate animals have little in common with the sponges, cœlenterates and ctenophores, but represent various manifestations of an independent developmental line connecting the infusorians directly with the higher animals in which a number of features inherent or potential in all multicellular organisms, but as we know them mostly confined to plants, have appeared.

The formation of a multicellular body, giving rise by logical radial development to the sponges, the cœlenterates and the ctenophores, overcame the limitation in size inseparable from the unicellular body. The creation of an elongate body form by the development of a multicellular from an infusorian-like type by a gradual multicellular development along animal lines, profoundly modified by the superposition of the characteristic vegetable body form accompanied by the appearance of other plant-like features, led to the differentiation of a head end with a segregation therein of nervous tissues, the formation of sense organs to classify stimuli, voluntary locomotion, and the appearance of an excretory system.

The acœlomate animals are far more efficient as animals than the cœlenterates, but their superior efficiency is due not to the perfection of the animal type as seen in that group, but on the contrary to the relative imperfection of their organization as animals.

From the acœlomate animals as a whole, but not from any one of the included types as we know them, the higher animals arose by a crystallization of the developmental processes whereby the excretory and reproductive organs and perivisceral cœlome, instead of gradually appearing as independent and disconnected, sometimes even casual, formations in the parenchyma of the more or less grown animal, arise in the early larva typically as evaginations from the enterocœle, correlated with the evolution of a vascular system with a contractile heart.

With a definite circulatory system the localization of the respiratory function becomes possible, and in conjunction with it we therefore find a more or less developed respiratory system with special respiratory organs. Furthermore, since all parts of the animal can be reached by the circulatory system and the various organs are no longer dependent for their well being upon a free and uninterrupted interchange of substances within the body and between the body and the exterior, the development of an internal or an external skeleton, previously possible only in animals of extremely small dimensions, become practicable in animals of any size.

Undoubtedly the most perfect of all the cœlomate animals are those in which a marked tendency traceable in the acœlomate types is carried to its logical extreme and all of the body protoplasm is incorporated into active bodily tissue with no inert mesodermal or other structures remaining. But these animals (the sipunculids, priapulids, molluscs and annelids), like the cœlenterates, proved victims of their own perfection and led to nothing further. Advance was through those types in which more or less inert tissue was retained which was so modified as to serve for supporting the body or appendages or for the attachment of muscles and the coördination and amplification of muscular action.

The animals with a more or less developed skeleton or its equivalent fall into two main groups, those without and those with gill clefts. The animals of this type without gill clefts are of two classes, those in which the body is unsegmented externally and internally is divided into not more than three usually incompletely differentiated segments and which have no respiratory organs and no true superficial skeleton (the nemerteans, *Phoronis*, the brachiopods and the chætognaths), and those which have the body abruptly divided externally into five or more segments and possess respiratory organs and an articulated superficial skeleton (the echinoderms and arthropods).

The animals with gill clefts are divided into two classes, those in which the nerve cord is ventral with sometimes an additional dorsal (Enteropneusta), and those with a dorsal nerve cord only; these last may be quite without a definite head or limbs (tunicates and Cephalochorda), or there may be a highly developed head and brain combined with highly specialized limbs (Vertebrata).

Briefly stated, the simpler plants, carrying forward the fundamentally elongate to linear form of the unicellular types, gradually and uninterruptedly developed and expanded into highly complicated multicellular types.

A marked advance is indicated by the liverworts, mosses and ferns in which the original germ cell forms an 8-celled embryo by division in three planes each at right angles to the other two, the group of four cells on either side of the first cleavage plane then developing in the linear manner. The formation of an 8-celled embryo is not in line with previous developmental processes in the plants, and it may be interpreted as the independent and spontaneous appearance in the plants of a developmental feature normal to animals.

A second marked advance in seen in the phanerogams in which a multicellular embryo with differentiated outer and inner cells develops into a continuous series of more or less distinct units (phytons) which collectively form the plant. This is a further departure from the normal type of plant development in the direction of the animals, especially in the direction of the cœlenterates which from a comparable embryo build up by continuous budding comparable arborescent structures.

The two great advances in the vegetable kingdom may therefore be interpreted as resulting from the assumption by the plants of developmental features preëminently characteristic of animals.

The unicellular animals, being compact and with a marked tendency to radial growth and development, logically find their first multicellular expression in a radially symmetrical embryo which develops into a radially symmetrical adult either by a sort of thallophytic mass increase as in the sponges or by the formation of a definite and unified body as in the cœlenterates.

The logical, but inflexible, sponge and cœlenterate types led to nothing further. Advance was through a third type represented by the accœlomate animals in which the typical animal form and structure is profoundly modified by the assumption of a number of features normally characteristic of plants.

In the accœlomate animals the body form and the various organs and tissues are very variously developed and there is no vascular or respiratory system. With the crystallization of the so-called cœlome and the appearance of a vascular and a respiratory system facilitating the repair of waste and leading to a marked increase in bodily activity, in other words the creation of the perfected animal type, animal development began so to speak, anew, and was rapidly advanced; the development of a skeleton enabled the muscles to function to better advantage, leading to a more perfect coördination of muscular action and to greater intensity of bodily activity; the appearance of gill clefts indicated the first stage in the centralization and perfection of the previously unorganized respiratory system; the development of the dorsal nerve cords led to increased nervous efficiency through the unification and concentration of the nervous system; and the development in connection with the last of a specialized head was the final step in the centralization of the nervous control of the body.

In the following key are included all the major animal groups arranged according to the progressive economic efficiency of their bodily structure, the several steps in advance being assumed to be the following.

1. The formation of a multicellular body overcame the limitation in size inseparable from the unicellular body.

2. The appearance of quadrilateral symmetry (with a right and left side and a dorsal and ventral surface) and the correlated development of a head end overcame the inefficiency of a radially symmetrical body.

3. The development of a vascular and of a respiratory system facilitated the repair of waste and led to a marked increase in bodily activity.

4. The development of a skeleton enabled the muscles to function to better advantage, leading to a more perfect coördination of muscular action and greater perfection of bodily activity.

5. The appearance of gill clefts indicated the final stage in the centralization and perfection of the previously unorganized respiratory system.

6. The development of the dorsal nerve cords led to increased nervous efficiency through the unification and concentration of the nervous system.

7. The development in connection with the last, of a definite head was the final step in the centralization of the nervous control of the body.

Smithsonian Instit
OCT 29 192
National Muse

Key to the major animal groups.

a^1 Organism composed of a single cell, or of a group, mass or string of similar cells, or by continuous linear division gradually becoming differentiated into more or less distinct tissues ; germ cell never dividing into four in two planes at right angles to each other

b^1 mostly solitary, rounded, ovoid, or somewhat elongated, never filiform ; in the few colonial types the individuals are irregularly massed or more or less radially grouped ; if continuous cells are formed the arrangement of these is spiral, in two or more alternating series, or irregular, very exceptionally in a continuous row ; chains are very rare, and are formed by the adherence of a number of similar individuals ; chiefly marine, but many in fresh water, many parasitic, and many saprophytic **Protozoa.**

b^2 not usually solitary, and if so predominently elongated or filiform ; the simpler types usually forming chains or films and the higher, by linear and subsequently ramifying growth from the original germ cell, a more or less complicated thallus ; mostly terrestrial or in fresh water, but many marine, especially among the higher types ; many saprophytic and a number parasitic.................................. **Thallophyta.**

a^2 An 8-celled embryo is formed by the division of the original germ cell and its derivatives in three planes each at right angles to the other two

b^1 the first cleavage plane divides the two sets of cells eventually giving rise to the leaves and roots, which develop gradually and directly from them............................ **Bryophyta.**

Pteridophyta.

b^2 the 8-celled stage by a further division of the cells gives rise to an embryo with a cortical (ectodermal or epidermal) layer and an inner mass of cells, each group of cells giving rise to definite and distinct structures

c^1 development direct, without the segregation of mesoderm cells or the formation of a gastrula........ ...... **Phanerogamia.**

c^2 mesoderm cells are always segregated in the embryo, which typically develops into a gastrula

d^1 primary axis of the gastrula becoming the axis of the adult, which is radially or bilaterally symmetrical ; with an indefinite and diffuse nervous system and no excretory system

e^1 body consisting of a community of cells imperfectly integrated and showing relatively little division of labor or unified life, traversed by numerous small afferent canals which lead into one or several much larger efferent canals, with no definite organs, and including great numbers of highly specialized calcareous or silicious spicules or a mass of spongin fibers or of the two last combined, very rarely with no supporting structures ; symmetry subradial **Porifera.**

e^2 body a definite unit (or a group of distinct units) with a gastrovascular cavity and a well developed muscular system, and without inorganic inclusions ; skeletal structures, when present, excreted

f^1 with nematocysts; symmetry radial, or at least fundamentally so; mostly colonial, or fixed, or both; if fixed, with an excreted calcareous or organic skeleton; diœcious, or very rarely hermaphroditic; asexual reproduction by budding and fission occurs in all the included groups **Cœlenterata.**

f^2 no nematocysts (except in a single genus); with eight rows of vibratile plates formed of fused cilia; symmetry bilateral; solitary, and almost invariably pelagic; hermaphroditic and without asexual reproduction **Ctenophora.**

d^2 primary axis of the gastrula not becoming the axis of the adult, which is always elongated with a head end and more or less perfectly quadrilateral; with a centralized nervous system and an excretory system

e^1 no vascular nor respiratory systems; no true cœlome

f^1 mouth in the center of an elaborate food collecting apparatus; a gastric mill or muscular gizzard may be present

g^1 with a ciliated trochal disc and a straight or nearly straight digestive tube with a dorsal posterior anus; free living and not forming colonies; but parthenogenesis occurs.............................. **Rotifera.**

g^2 with ciliated tentacles forming a lophopore about the mouth, and a U-shaped digestive tube; fixed or colonial, usually both

h^1 anus close to the mouth within the lophophore; tentacular crown not introversible, but the tentacles capable of being flexed and partially rolled up; no body cavity; a pair of small nephridia present **Calyssozoa.**

h^2 anus not included within the area of the lophophore; anterior portion of the body retractile; tentacles not capable of being flexed or coiled; a spacious body cavity present; no nephridia............... **Polyzoa.**

f^2 no ciliated food collecting apparatus; mouth absent, or circular or triangular

g^1 no body cavity; body more or less flattened dorsoventrally

h^1 with a mouth and gastric cavity, the latter forked or ramified

i^1 free living, with a ciliated ectoderm containing rhabdites and sometimes nematocysts; organs for attachment exceptional; mouth on the anterior, middle or posterior portion of the ventral surface **Turbellaria.**

i^2 parasitic, the ectoderm not ciliated and without rhabdites or nematocysts; organs for attachment (suckers or hooks) always present; mouth anterior **Trematoda.**

h^2 no mouth or alimentary canal; head (scolex) radially or bilaterally symmetrical; body more or less perfectly bilaterally symmetrical; usually imperfectly colonial by continuous budding (modified strobilization) **Cestoda.**

g^2 with a more or less developed body cavity; body rounded in cross section

h^1 with a mouth and alimentary canal; no protrusible proboscis; ova not liberated into the body cavity

i^1 nervous system composed of an anterior ring and six longitudinal trunks, the two largest dorsal and ventral; lateral lines and oral papillæ, hooks or spines present; genital organs single or paired tubes **Nematoda.**

i^2 nervous system consisting of three cords close together in the mid-ventral line, within the muscular layer; muscular system of a single layer of longitudinal fibers; no lateral lines nor oral papillæ; genital organs metamerically repeated masses of cells **Nematomorpha.**

h^2 no mouth nor alimentary canal; with a protrusible proboscis furnished with hooks; ova liberated into the body cavity, into which the oviducts open **Acanthocephala.**

e^1 with a vascular system and usually also a respiratory system; with a true cœlome separated off from, but distinct from, the enteric cavity; digestion (except in a few parasitic forms) always extracellular; symmetry quadrilateral; development indirect through a larval stage, or direct

f^1 no true skeleton forming an integral part of the body; development through a trochosphere larva, or direct

g^1 body externally unsegmented

h^1 worm like, with a single ventral nerve cord; appendages confined to buccal tentacles, or absent

i^1 nervous system in continuity with the ectoderm; alimentary canal almost or quite straight, the anus terminal; pharynx lined with chitinous teeth; no buccal tentacles; no canalicular vascular system **Priapuloidea.**

i^2 nervous system not in continuity with the ectoderm; alimentary canal coiled and bent upon itself, the anus being near the anterior end of the body; peristome with a circlet or double horseshoe of tentacles; no teeth; a closed vascular system **Sipunculoidea.**

h^2 form very varied; nervous system of paired cords, loops or commissures; usually with an excreted calcareous shell in the shape of a straight or coiled tube, two more or less similar valves, or one or several plates.............................. **Mollusca.**

g^2 body externally segmented, or at least with segmentally arranged appendages

h^1 external segmentation agreeing with the internal; development through a trochosphere (except in the Oligochæta)

i^1 no setæ nor parapodia........... **Archiannelida.**

i^2 with setæ; with or without parapodia

j^1 with parapodia; usually with a more or less definite head bearing appendages, and chitinous jaws......................... **Polychæta.**

j^2 no parapodia, tentacles, cirri, nor jaws

k^1 segmentation always strongly marked; development direct **Oligochaeta.**

k^{2} segmentation only evident in the young; development with a metamorphosis.. **Echiuroidea.**

h^{2} external segmentation absent, or the body ringed with annuli which are more numerous than the internal segments; development direct

i^{1} no division of the body externally; five pairs of ventrally placed parapodia; parasitic **Myzostomida.**

i^{2} body externally ringed with annuli, 3-24 to each internal segment

j^{1} without parapodia, and usually also without setæ; a sucker on the posterior, and usually also one on the anterior end of the body; 3-12 annuli to each internal segment; parasitic; mostly fresh water and terrestrial, a few marine.... .... **Hirudinea.**

j^{2} with ventrolateral parapodia and setæ, and with tracheiform organs; no suckers; 12-24 annuli to each internal segment; terrestrial **Onychophora.**

f^{2} with a true skeleton forming an integral part of the body; development through a larva profoundly modified by characters projected into it from the later stages through acceleration of ontogeny, or direct; all the included groups with variously developed « chordate » features

g^{1} without gill clefts and a branchial skeleton, and without a solid process from the anterior portion of the alimentary canal serving as a supporting structure

h^{1} body unsegmented externally, internally with not more than three usually incompletely differentiated segments; no respiratory organs; no superficial skeleton

i^{1} body cavity disappearing in the adult, the body becoming filled with gelatinous tissue serving to coördinate and to transmit muscular force; with a retractile proboscis lying in a dorsal sheath which extends almost or quite the whole length of the body; nervous system more or less annelid-like; excretory system planarian-like, but much reduced; ectoderm ciliated..................... **Nemertea.**

i^{2} body cavity persistent; skeleton stiff viscous or solid; no proboscis; nervous system not annelid like; excretory system not planarian like; ectoderm rarely ciliated

j^{1} attached and without a head; during the metamorphosis from the young to the adult stage the mouth moves upward and posteriorly to a posterior position near the anus (as in the Calyssozoa, Polyzoa, crinoids, barnacles, Pterobranchia and Tunicata)

k^{1} with an internal mesoblastic skeleton only; with a horseshoe shaped polyzoan-like lophophore; social, forming closely packed aggregates of individuals living together in leathery tubes, though each individual is entirely separate from the others... **Phoronida.**

k^{2} with an external covering composed of two (ventral) valves as well as an internal skeleton; solitary, but very common wherever found....... .... **Brachiopoda.**

j^{2} free living and pelagic, elongate, with a rudimentary head including an endocranial cartilaginous plate; no vascular nor nephridial systems.. **Chaetognatha.**

h^{2} body abruptly segmented externally, with five or more segments; respiratory organs present (very rarely absent); with an articulated superficial skeleton

i^1 body radially symmetrical, composed of five hal. somites arranged in a circle...... **Echinodermataf**

i^2 body quadrilaterally symmetrical, both halves of each somite being present........... **Arthropoda.**

g^2 with gill clefts and a branchial skeleton; or if gill clefts are absent, with a solid anterior process from the alimentary canal serving as a supporting structure

h^1 nerve cord ventral, or both ventral and dorsal nerve cords present.

i^1 mouth at the posterior end, near the anus; with 1-6 pairs of tentaculiferous arms forming a lophophore; nerve cord ventral...... **Pterobranchia.**

j^1 no perforating gill clefts, but a deep groove leading to the mouth on either side; a single pair of tentaculiferous arms; forming by budding large arborescent tubiculous colonies within which the individuals are all connected.................. **Rhabdopleura.**

j^2 a single pair of perforating gill clefts; 4-6 pairs of tentaculiferous arms; social, living in large colonies enclosed in a system of ramifiying and sometimes anastomozing tubes, the numerous individuals separate, but probably all produced by asexual budding from the original one.. .... **Cephalodiscus.**

i^2 mouth anterior, at the base of the proboscis; anus terminal; vermiform, without appendages; both ventral and dorsal nerve cords present; solitary, and not reproducing by budding **Balanoglossida.**

h^2 nerve cord dorsal

i^1 no definite head; no limbs, skull, jaws, differentiated brain, sympathetic nervous system, eye, ear, definite heart, spleen or genital ducts; gill clefts numerous

j^1 during development the mouth moves posteriorly to a position near the anus and the animal becomes sac-like, fixed or inactive; body enclosed in an organic exoskeleton; many by asexual budding form extensive fixed or floating colonies................ **Tunicata.**

j^2 mouth anterior, anus posterior; body always markedly asymmetrical; no exoskeleton; always solitary, and budding.... **Cephalochorda.**

i^2 with a definite head; with limbs, skull, jaws, brain, etc.; gill clefts few.................. **Vertebrata.**

In the following table the various animal phyla are arranged in accordance with the principles outlined in the preceding pages. The several plant groups (included as given in Porter's translation of Strasburger, Schenk, Noll and Schimper's text book of botany) are added to show the parallelism between plants and animals.

Professor Walter K. Fisher suggested the advisability of dividing the Polyzoa into two phyla, which are here called Calyssozoa and Polyzoa.

The Phyla and Higher Groups of Animals.

- PROTOZOA
  - Phylum Protozoa
    - Class Gymnomyxa (including Mycetozoa [Myxomycetes])
    - Class Infusoria (including Peridineæ and Volvocina)
    - Class Sporozoa
- AMORPHA
  - Phylum Porifera
- RADIATA
  - Phylum Cœlenterata
  - Phylum Ctenophora
- EUMORPHOZOA
  - Acœlomata
    - Phylum Platyhelminthes
    - Phylum Nemathelminthes
    - Phylum Acanthocephala
    - Phylum Gastrotricha
    - Phylum Rotifera
    - Phylum Calyssozoa
    - Phylum Polyzoa
  - Cœlomata
    - Vermoidea
      - Sipunculiformes
        - Phylum Priapuloidea

- THALLOPHYTA
  - Schizophyta
  - Diatomeæ
  - Conjugatæ
  - Chlorophyceæ
  - Protococcoideæ
  - Confervoideæ
  - Siphoneæ
  - Phæophyceæ
  - Rhodophyceæ
  - Characeæ
  - Hyphomycetes
  - Lichenes
- BRYOPHYTA
- PTERIDOPHYTA
- PHANEROGAMIA

  - Phylum Sipunculoidea
- Mollusciformes
  - Phylum Mollusca
- Vermes
  - Phylum Annelida
    - Subphylum Archiannelida
    - Subphylum Polychæta
    - Subphylum Oligochæta
    - Subphylum Echiuroidea
    - Subphylum Myzostomida
    - Subphylum Hirudinea
    - Subphylum Onychophora (*Peripatus*, etc.)

- Osteozoa
  - Anomaliformes
    - Phylum Nemertea
    - Phylum Phoronida
    - Phylum Brachiopoda
    - Phylum Chætognatha
- Articulata
    - Phylum Echinodermata
    - Phylum Arthropoda
- Enteropneusta
    - Phylum Pterobranchia
    - Phylum Balanoglossida
- Vertebratoidea
  - Acraniata
    - Phylum Tunicata
    - Phylum Cephalochorda
  - Craniata
    - Phylum Vertebrata.

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

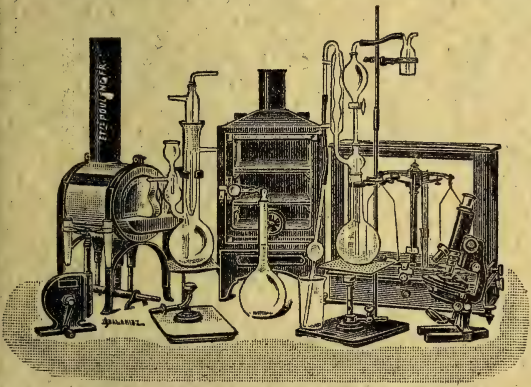
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE — VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

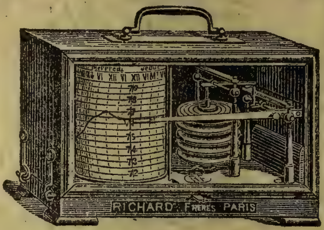
Reproduction de toutes planches artistiques, tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

VII, 1920.

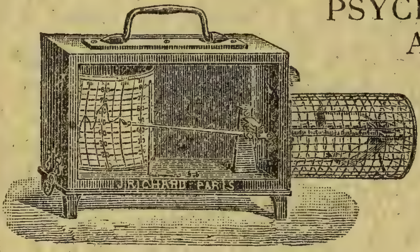
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

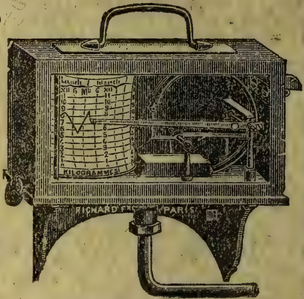

RICHARD FRÈRES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

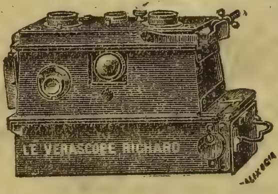
Thermomètre enregistreur

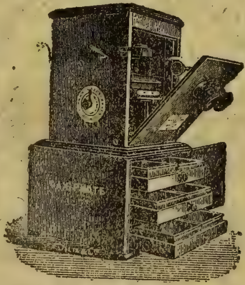
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRÈRES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue
Paris

15,3,20

N° 401. 10 Octobre 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

Recherches de cytologie expérimentale, faites avec la méthode de la radiopuncture microscopique.

Par le Dr Serge TCHAHOTINE.

Assistant au Laboratoire de physiologie de l'Académie des sciences à Pétrograd.

Smithsonian Institution
FEB - 8 1922
255627
National Museum.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

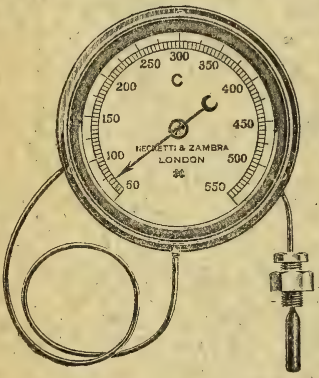
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct – LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier



PRÉCISION

GARANTIE

à

1 % près

THERMOMÈTRE
à
DISTANCE
à
CADRAN ou ENREGISTREUR

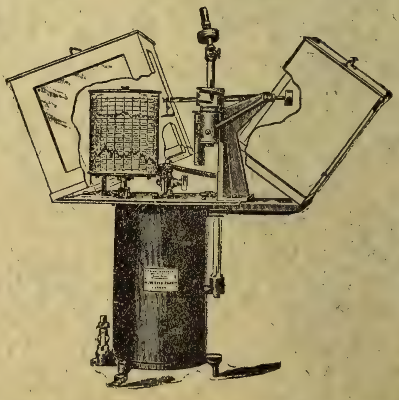
THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE

INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

V. 921.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Iᵉʳ, Prince de Monaco)
Nº 401. — 10 Octobre 1921.

Recherches de cytologie expérimentale, faites avec la méthode de la radiopuncture microscopique.

Par le Dr **Serge TCHAHOTINE.**

Assistant au Laboratoire de physiologie de l'Académie des sciences à Pétrograd.

Introduction.
Le problème de la localisation optique.
Le problème des manipulations avec les cellules avant et après la radiopuncture.
Le problème de l'électivité de l'action photochimique sur les diverses parties constitutives de la cellule.
L'ordre des manipulations dans la microvivisection cellulaire avec la méthode de la radiopuncture microscopique.
Recherches entreprises avec la méthode de la radiopuncture microscopique :
  a) *Expériences avec la mortification du noyau seul dans la cellule ;*
  b) *Expériences avec la localisation des changements de perméabilité de la couche superficielle du cytoplasme;*
  c) *Expériences avec l'imprégnation chimique élective des cellules par la méthode de la radiopuncture microscopique.*
Bibliographie.

Les grands progrès, réalisés pendant les dernières dizaines d'années dans les sciences biologiques et médicales sont dûs surtout à deux faits capitaux : 1° à l'application de la méthode expérimentale dans l'analyse des phénomènes vitaux et, 2° à la pénétration plus profonde, plus intime, de la structure des corps organisés, grâce au perfectionnement de nos microscopes d'aujourd'hui. La physiologie expérimentale et la cytologie ou microscopie biologique — voilà les deux grandes conquêtes du siècle passé dans le domaine de la science sur la vie.

Il y a beaucoup d'indices que nous sommes entrés dans une nouvelle phase de l'évolution scientifique en Biologie, qu'on pourrait résumer, comme provenant de la fusion plus étroite de ces deux groupes d'investigations. Du reste, il était logique de s'attendre à ce fait, ayant conçu l'idée que les lois générales, qui gouvernent la mécanique vitale, sont à chercher dans les éléments infimes, — les cellules, — et ayant vu, que l'analyse expérimentale est un moyen sûr et fécond d'arracher à la Nature ses secrets. Donc, la cytologie expérimentale est à l'ordre du jour. Mais vu l'extrême petitesse des éléments dont nous parlons, des cellules, et de leurs parties constitutives, on se heurte de suite à des difficultés techniques d'exécution, quand on passe des desiderata théoriques à l'effort pratique.

Il est vrai qu'on a pu en partie circonscrire cette difficulté en expérimentant sur des masses homogènes de cellules, comme par exemple sur les hématies, les spermatozoïdes, les levures, etc. La plupart des belles recherches des temps derniers, faites en embryologie expérimentale, par exemple avec les œufs d'oursins, d'astéries, etc., sont de cet ordre. On peut dire la même chose des travaux de bactériologie. On expérimente sur toute une masse de cellules simultanément et on réfère ensuite les résultats obtenus sur le compte de la cellule-individu. Il est facile de voir que ce n'est pas encore une mise au point rigoureuse, si on veut parler d'expériences sur la cellule. L'expérience par excellence doit être appliquée à l'individu. Et en effet, nombre de savants ont attaqué le problème par cette voie-ci ; on pourrait citer des dispositions ingénieuses et des résultats féconds, qui nous ont bien avancés dans la science des phénomènes vitaux. Il me suffirait de noter ici les noms de Balbiani, Maupas, W. Roux, Chabry, Driesch, Delage, Herbst, Boveri, J. Loeb, O. Hertwig, Bataillon, Verworn, et autres pour préciser ce dont je parle. Avec une grande habileté manuelle on a réussi de piquer des cellules relativement grandes — les œufs — mécaniquement à leur périphérie, de les couper en deux (et plus) parties, d'avoir ainsi des pièces nucléées et anucléées, d'appliquer des aiguilles réchauffées, etc. Mais comme on le conçoit facilement, ce genre de microvivisection était d'une difficulté extrême et exigeait beaucoup d'expérience et d'habileté de l'expérimentateur. Une partie relativement très petite des expériences réussissait, aussi la localisation et le dosage de l'injure n'étaient pas du tout précis et presque toujours on était à la merci du hasard.

Ces inconvénients de la microvivisection cellulaire m'ont amené à essayer de bâtir une méthode de microvivisection sur un principe nouveau : sur la toxicité de certains rayonnements pour la matière vivante 1). J'ai pensé qu'on pourrait faire pénétrer en dedans de la cellule ou sur un point bien défini et localisé de sa périphérie un dard, qu'on pourrait dire immatériel, extrêmement fin, réglable et dosable à volonté. Les rayons ultra-violets, dont on connaît depuis un certain temps l'action délétère sur les êtres vivants (voir surtout les recherches de Koehler 2), Hertel 3), V. Henri 4) et autres), obéissant aux mêmes lois que la lumière visible, étaient indiqués comme étant surtout applicables à ce but.

En consultant la bibliographie sur ce sujet, je vis que Stevens 5) (chez Boveri) a essayé d'affecter un blastomère de l'œuf d'Ascaris par des rayons ultraviolets, en posant devant l'œuf un écran avec une fente, à travers laquelle passaient les rayons d'une lampe en quartz à arc de mercure et tombaient sur le blastomère a léser. Hertel 6) a agi sur les œufs d'oursins par les rayons ultra-violets, en plaçant les œufs au stade de deux blastomères et plus de telle manière, qu'un de ces blastomères restait dans la partie du champ éclairée par les rayons ultra-violets et l'autre dans l'ombre. Il a vu la cytolyse des blastomères uviolés, ou aussi, si l'action — durée ou intensité — était moins forte, un retard ou des anomalies dans l'évolution embryonnaire.

Dans mes recherches le but à atteindre consistait en ceci : trouver le moyen d'obtenir un faisceau ultra-violet extrêmement fin (jusqu'à 5-3-1μ de diamètre au point piqué), bien circonscrit, réglable et applicable en des points voulus de la cellule, ensuite de localiser son action sur tel ou tel autre constituant de la cellule, sans altérer les couches ou parties adjacentes. Déjà les premières expériences me montrèrent qu'on devait bien distinguer ces deux postulata. Aussi y avait-il encore un troisième point à rechercher — c'est la technique spéciale des manipulations avec les cellules : des chambres opératoires et postopératoires de culture, des méthodes pour effectuer le transfert des cellules, etc.

Ainsi j'avais devant moi trois groupes de problèmes à résoudre : 1° celui de la localisation optique, 2° celui des manipulations, 3° et enfin celui de l'électivité d'action photochimique.

1. Le problème de la localisation optique.

Il s'agissait pour moi de construire un faisceau extrêmement fin de ces rayons, qui devait donner le maximum d'intensité dans le plan de la préparation, contenant l'objet à opérer ; il devait avoir ici la forme d'une image réelle (de la source ou d'une pupille placée sur son parcours). Cette image devait être très petite et avoir des contours bien marqués ; il est facile à comprendre que cela ne serait guère possible qu'avec une lentille corrigée en ce qui concerne les aberrations et qui serait calculée pour une longueur d'onde déterminée. J'ai trouvé ceci réalisé dans les objectifs monochromatiques que Zeiss a construits pour la méthode de microphotographie avec les rayons ultra-violets de Koehler 7). Ces monochromates sont corrigés pour la longueur d'onde de 275μμ et sont bons aussi pour 280μμ (la raie très intense du spectre de l'étincelle du magnésium). Ils donnent donc une image bien nette. J'étais amené alors à adopter une partie de la disposition de Koehler pour l'obtention de la raie 280μμ du spectre ultra-violet : courant induit alimenté par courant continu de 110 volts à 3 amp. avec l'étincelle entre les électrodes de magnésium, dont la distance était de 1-2^{mm} ; la décharge était condensée par une batterie de 2-4 bouteilles de Leyde de 0,002 microfarad environ chacune. Comme transformateur, j'avais à ma disposition une bobine de Radiguet de 45 cm. d'étincelle, comme interrupteur celui de Radiguet cuivre sur cuivre. La lumière, émise par l'étincelle, passe à travers une lentille convexe en quartz, qui projette une image réelle de la source à une distance de 50 cm. environ de la source. Derrière cette lentille on a deux prismes en quartz, qui dispersent la lumière émise de telle manière, que chaque raie donne une image spectrale de la source dans le plan indiqué. Des divers faisceaux spectraux seul l'ultra-violet de 280μμ est conduit vers la base du pied du microscope.

Dans la direction de ce faisceau ultra-violet il fallait mettre un système de lentilles et de pupilles, qui permettraient de projeter une image réelle diminuée ultra-violette de la source lumineuse à une distance de longueur de tube jusqu'à un objectif en quartz, placé dans la douille du condenseur Abbe en position inverse (Fig. 1). Dans ce cas je devrais obtenir dans le plan de la préparation à opérer une image réelle ultra-violette encore de beaucoup diminuée par rapport à la première : si par exemple l'agrandissement propre de l'objectif est égal à 50, c'est une diminution de 50 fois qu'on devrait pouvoir réaliser dans ce point, de l'image flottant dans l'espace à la distance de la longueur du tube. Mais pour avoir ces fortes diminutions et à distances sus-indiquées, il fallait prendre des lentilles corrigées à distances focales relativement courtes, mais ceci entraînait, comme on le sait, l'emploi des systèmes à ouvertures numériques et conséquemment à angles d'ouverture relativement grands, ce qui pouvait donner une grande perte d'intensité lumineuse et par suite de toxicité ou d'efficacité.

N'ayant pas la possibilité de faire construire des systèmes en quartz calculés à mes buts, j'ai du avoir recours aux systèmes déjà existants pour d'autres buts, notamment pour la microphotographie avec les rayons ultra-violets selon Koehler, et d'essayer tant bien que mal de les disposer en tenant compte de leurs données optiques et en faisant des calculs et des constructions géométriques basés sur ceux-ci. Donc derrière les prismes en quartz mentionnés plus haut, j'ai placé un objectif

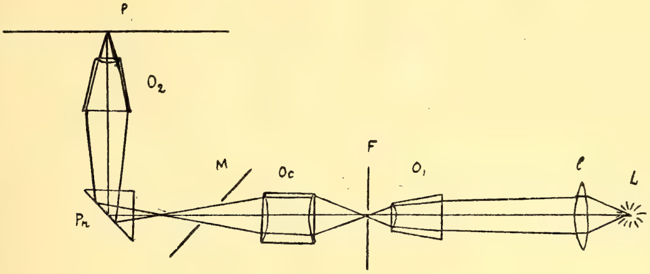


Fig. 1.

en quartz monochromatique de 6^{mm} avec la lentille frontale tournée vers le microscope (Fig. 2). Ainsi j'obtins l'image réelle de la source diminuée sensiblement et tombant à 5^{mm} environ de la lentille frontale de l'objectif mentionné. Dans le même plan j'ai placé une fente très finement réglable, de celles, qu'on emploie généralement en spectroscopie. Par cette fente les bords

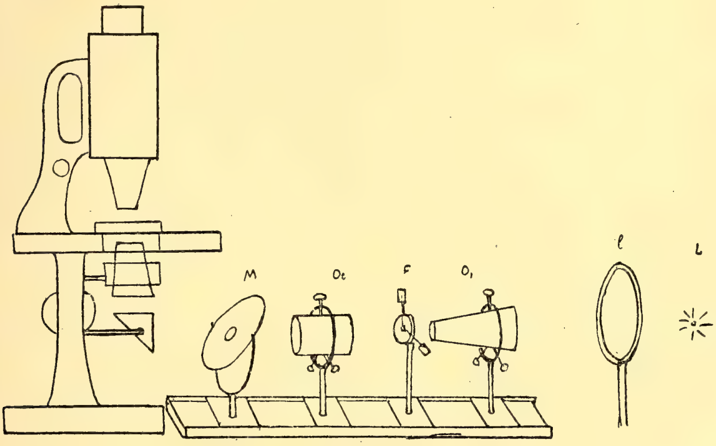


Fig. 2.

de l'image ultra-violette de la source lumineuse peuvent être rétrécis. L'image réelle confinée par cette fente, est ensuite projetée par un oculaire en quartz (n° 10 de Zeiss), qui a un angle d'ouverture relativement petit, dans la direction d'un prisme à réflexion totale en quartz, situé à la place du miroir de la base du pied du microscope. Dans la douille de l'appareil Abbe est placé enfin à l'inverse un autre objectif en quartz : le monochromate 6^{mm}. L'objectif 6^{mm}, ayant un grossissement propre de 50 environ, il est facile de voir, que pour que l'image de la source qui sert pour radiopiquer l'objet microscopique, ait un diamètre de 5μ par exemple — grandeur d'un noyau d'œuf d'oursin — la fente qui confine l'image réelle entre les prismes et le système optique, doit avoir à peu près 1/4 de millimètre en diamètre. Le calcul et la construction de la marche des rayons montrent que c'est le cas, quand en employant un 6^{mm} monochromate, l'étincelle est fixée à 2^{mm}, la distance entre celle-ci et la lentille ($f = 5$ cm.) est de 6 cm. environ et la distance entre la lentille et l'objectif atteint 50 cm. environ.

Dans la Fig. 3 on voit les dimensions réciproques d'une hématie de grenouille avec son noyau (N) et l'image ultra-violette (r), fournie par le faisceau, qui sert pour la radiopuncture.

Entre l'oculaire et le prisme à réflexion totale je place un miroir troué, comme on en emploie en ophthalmoscopie. Par son trou le faisceau ultra-violet passe sans inconvénients. Le miroir réfléchit la lumière blanche d'une lampe, placée de côté, ce qui permet d'avoir le champ de la préparation éclairé, ce qui est indispensable pour la mise au point et pour l'observation pendant la radiopuncture. La lumière de la lampe peut être éliminée par un écran.

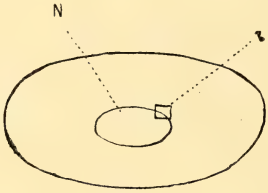


Fig. 3.

Pour la mise au point je me sers d'une préparation fluorescente, qui est placée à côté de la goutte contenant l'élément à opérer, sur la même lamelle en quartz, qui sert de porte-objet. C'est une solution de fluorescéine. Dans celle-ci l'image microscopique ultra-violette apparaît très clairement comme un point minime brillant de couleur verte sur fond noir. La manipulation de la mise au point du dard radiopiquant est la suivante : on met au point la cellule à opérer comme d'ordinaire ; puis par un mouvement de la platine à chariot on passe à sa place la goutte de fluorescéine. On abaisse ensuite l'écran, ce qui obscurcit le champ visuel et on fait jouer l'étincelle. En abaissant ou en soulevant le condenseur on voit une lueur diffuse verte, qu'on arrive facilement à mettre au point, jusqu'à voir un point vert brillant bien délimité. C'est précisément l'image ultra-violette microscopique, qui nous servira pour la radiopuncture.

Comme dans la solution contenant la cellule vivante que nous nous proposons de radiopiquer, on ne peut pas mettre de la fluorescéine à cause de sa toxicité, l'image restera invisible et on ne pourrait pas retrouver le point où passe le dard radiopiquant, il importe de fixer ce point dans le champ visuel, ce qui est obtenu par un oculaire-indicateur, dont on manœuvre l'aiguille, jusqu'à ce que sa pointe coïncide avec le point vert dans la préparation de la fluorescéine. Maintenant on interrompt le courant, on remet la lumière blanche, en relevant l'écran, on échange la goutte fluorescente contre la préparation avec la cellule à opérer et on n'a qu'à déplacer celle-ci au moyen des mouvements de la platine à chariot, jusqu'à ce que le point de la cellule, qui est à piquer, coïncide avec la pointe de l'aiguille indicatrice (Fig. 4). On laisse alors jouer l'étincelle pendant un temps déterminé, qui peut varier, selon l'intensité et les buts poursuivis, de quelques secondes à quelques minutes.

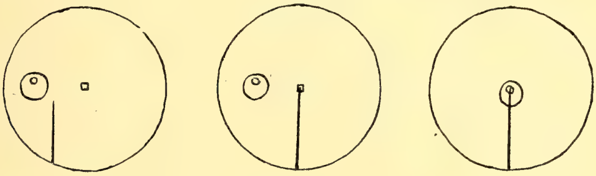


Fig. 4.

2. Problème des manipulations avec les cellulles avant et après la radiopuncture.

Les éléments à radiopiquer étant de dimensions minimes, et vu qu'on doit les prendre un à un, les transporter séparément dans une chambre à vivisection par radiopuncture, ensuite les retirer d'ici et les placer dans des récipients où ils doivent survivre à l'opération et où on observe leurs réactions, comme suite de la puncture subie, j'ai été amené à élaborer une technique des manipulations appropriées.

Le transfert consécutif des cellules est effectué au moyen d'une micropipette capillaire (Fig. 5), dont le principe repose sur l'effet dilatateur de la chaleur des doigts qui la tiennent, sur une bulle d'air y contenu ; en écartant les doigts on refroidit l'air, qui se contracte et aspire doucement de l'eau avec la cellule, à proximité de laquelle est posé l'orifice de la micropipette. En approchant les doigts du réservoir d'air, on le réchauffe et une goutte minime d'eau, contenant la cellule, est expulsée en dehors dans le point voulu, par exemple dans la chambre opératoire.

La chambre opératoire est faite en plaçant une goutte de paraffine fondue sur une lamelle en quartz, qui sert de porte-objet ; après qu'elle s'est refroidie et solidifiée, on y creuse avec une aiguille une excavation perforant la paraffine jusqu'au fond : elle a alors l'aspect d'un petit puits, où l'œuf à piquer est introduit par la micropipette ci-dessus décrite. On prend soin qu'il n'y ait pas de bulles d'air. Ensuite on recouvre ce petit puits par un tout petit morceau de lamelle en verre. Sur la lame porte-objet on prépare plusieurs de ces puits ; on remplit l'un d'eux d'une goutte de la solution de fluorescéine : cela sert pour la mise au point. Tout le groupe des puits est recouvert d'un petit godet en verre, qui empêche l'évaporation du liquide (Fig. 6). Pendant l'opération on enlève le godet.

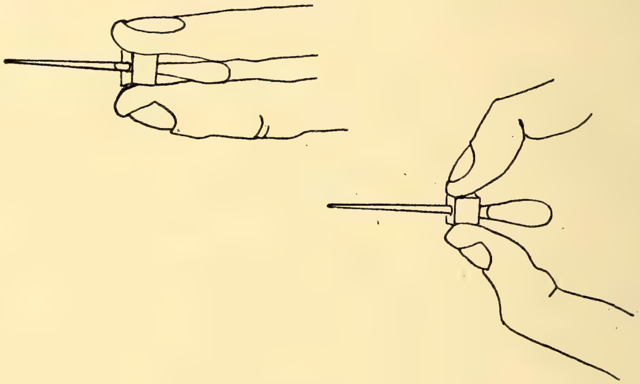


Fig. 5.

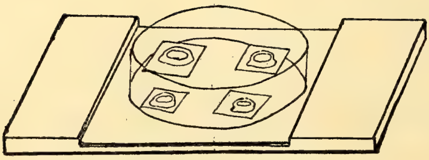


Fig. 6.

Les chambres post-opératoires de culture servent pour conserver l'élément opéré après l'opération dans un récipient à l'abri des influences nocives et en même temps elles permettent de maintenir les éléments lésés en observation et les éléments, qui servent de témoins, dans des conditions rigoureusement égales, ce qui est d'une importance capitale dans ce genre de recherches très minutieuses, comme on le conçoit facilement du reste.

J'ai réalisé deux types de chambres post-opératoires. La première, (type A), à un courant d'eau continu, est constituée par un petit entonnoir en tube de verre, avec un capillaire effilé à son bout et une autre plié en trois genoux et introduit dans l'entonnoir par l'orifice large de celui-ci, qui est bouché par un peu de paraffine. La chambre pose sur un socle au milieu d'un cristallisoir, qui à son tour est posé dans un autre cristallisoir plus large. Le niveau d'eau dans le cristallisoir intérieur est plus haut que dans l'extérieur et le capillaire plié de la chambre fonctionne alors en siphon, l'eau qui afflue dans le cristallisoir intérieur entre dans la chambre et sort par le capillaire dans le cristallisoir extérieur (Fig. 7). L'œuf opéré ou témoin, placé au moyen de la micropipette capillaire près de l'orifice du capillaire reposant sur le godet, est aspiré automatiquement par le courant d'eau dans la

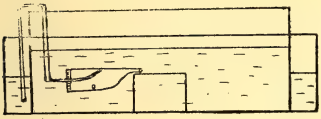


Fig. 7.

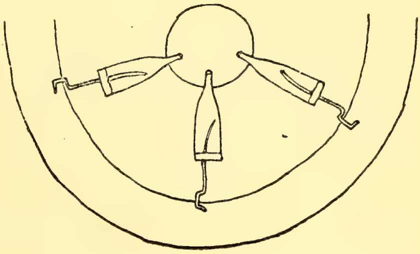


Fig. 8.

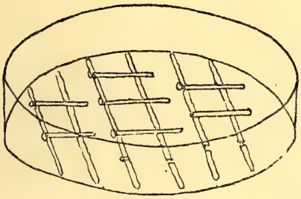


Fig. 9.

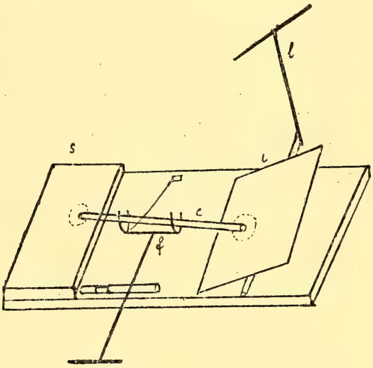


Fig. 10.

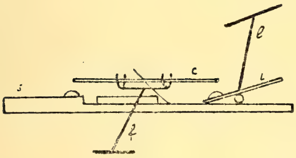


Fig. 11.

chambre, y entre et par sa pesanteur tombe sur le fond de la chambre, y reste et peut être observé à chaque instant sous le microscope dans la chambre même (Fig. 8). Sur le godet reposent dans les mêmes conditions toute une série de chambres chacune avec un œuf opéré ou témoin.

Une autre chambre postopératoire (type B) est constituée par un cristallisoir, sur le fond duquel on a fait des cloisons longitudinales en paraffine, qui ont des entailles, où on place des capillaires contenant les œufs opérés et témoins. Chaque capillaire est obturé à un bout par une petite boule en paraffine, qui est placée à côté d'une entaille ; près de son autre bout se trouve l'œuf (fig. 9).

Pour faire entrer l'œuf après l'opération dans le capillaire et pour l'avoir fixé dans un point voulu de ce dernier, je me sers d'un petit appareil, comme suit (Fig. 10). Sur deux socles en verre reposant sur une lame, on place le capillaire plein d'eau. A ses bouts sur chaque socle on met une goutte d'eau ; l'œuf est placé au moyen de la micropipette capillaire dans la goutte à gauche près de l'orifice du capillaire. Ensuite on abaisse légèrement le socle à droite, qui peut être incliné. Il s'établit un courant d'eau de gauche à droite, passant par le capillaire, qui y entraîne doucement l'œuf. On observe son mouvement dans le capillaire sous la loupe binoculaire ou autre loupe forte et au moment qu'il a atteint le point où on voudrait l'avoir fixé, on soulève soudainement une petite fourchette sous le capillaire, qui rompt en même temps le contact de ses bouts avec les gouttes d'eau sur les socles (Fig. 11). Le mouvement de l'œuf est arrêté immédiatement et sa position fixée.

3. Le problème d'électivité de l'action photochimique sur les diverses parties constitutives de la cellule.

Déjà les premières expériences faites en 1912, quand le problème de la localisation d'un faisceau minime était déjà résolu, me montrèrent qu'il devait y avoir encore un facteur qui pesait sur les résultats, en les voilant à un degré tel qu'ils paraissaient non concluants : en effet, en irradiant le noyau seul de l'œuf d'oursin activé, j'obtenais un arrêt de l'évolution embryonnaire et une cytolyse de l'œuf. Mais j'avais le même effet en irradiant un point quelconque à la périphérie ou à l'intérieur du cytoplasme cellulaire en dehors du noyau.

Ces faits m'ont contraint d'aborder préalablement le problème de l'action des rayons ultra-violets sur la cellule en général 8). Quel était en effet le mécanisme intime, le chimisme de cette action délétère ? Or, à ce sujet il existe plusieurs hypothèses : certains admettent que l'action des rayonnements abiotiques consiste en la destruction de certains ferments cellulaires, nécessaires à la vie, d'autres envisagent une action réductrice des rayons sur les éléments respiratoires de la cellule, d'autres encore pensent que ce sont surtout les parties constitutives lipoïdes du cytoplasme qui sont affectées et désagrégées. Werner 9) a notamment réussi à imiter l'action des rayons sur les cellules riches en lécithides, les cellules cancéreuses surtout, en les traitant par des solutions contenant de la choline, un dérivé de la lécithine ; on a vu aussi in vitro que la lécithine, sous l'action des rayons étant décomposée, donnait origine à la choline.

Dans le cas des rayons ultra-violets et de l'œuf la réaction délétère cytolysante est rapide, on voit la cellule se désagréger en peu de temps (1-3 minutes et même moins), ce qui rend une action par décomposition photochimique de la lécithine peu probable. Aussi en recherchant les indices de la formation d'une base comme la choline dans la cellule irradiée, j'ai eu recours à la coloration vitale de l'œuf par le rouge neutre, cet indicateur microchimique précieux. J'ai vu en effet que la cellule colorée en rouge, après l'irradiation virait au jaune, c'est-à-dire qu'elle accusait l'apparition à son intérieur des ions OH, tandis que, comme nous le savons des recherches de Warburg 10) et de E. N. Harvey 11), dans le cas normal, les ions OH, relativement abondants dans le milieu extérieur, entourant l'œuf d'oursin, c'est-à-dire dans l'eau de mer, ne pénètrent pas ; on se rend compte facilement de ce fait puisque l'œuf reste rouge dans un milieu jaune. Mais il suffit d'altérer la couche superficielle plasmatique de l'œuf pour que l'intérieur de ce dernier vire aussitôt au jaune.

Aussi j'ai pu voir qu'en radiopiquant un œuf coloré par le rouge neutre à sa périphérie, on observe le virage, qui commence près du point piqué, et d'ici peu à peu gagne tout le cytoplasme. Ces faits m'ont amené à croire que c'est surtout une action des rayons ultra-violets sur la couche plasmatique superficielle de la cellule, et spécialement sur ses colloïdes, qui doit être envisagée comme cause immédiate et principale des effets observés. On sait, surtout des recherches de V. Henri 12) et de ses collaborateurs, que ces rayons ont un fort pouvoir coagulant sur les colloïdes en général et les protéiques en particulier. Par cette coagulation irréversible des colloïdes formant la couche superficielle de la cellule, pratiquée au point radiopiqué, les ions du milieu ambiant, normalement empêchés de pénétrer dans la cellule à cause de sa perméabilité relativement faible, feraient une irruption dans la cellule à cause de la perméabilité accrue dans ce point et y provoqueraient un déséquilibre, aboutissant à la décomposition du cytoplasme, dont les parties lipoïdes, notamment les lécithides, donneraient naissance à une base, vraisemblablement la choline, qui agirait ensuite comme un agent autolysant, en provoquant une décomposition toujours croissante des lécithides jusqu'à la cytolyse complète de la cellule. La formation d'une base à l'intérieur de la cellule dérivant des corps constitutifs de cette dernière est prouvée par l'expérience suivante : un œuf d'oursin est radiopiqué dans la solution de Van't Hoff (100 ccm. m/2 NaCl + 2 ccm. m/2 KCl + 2 ccm. m/2 $CaCl_2$) en absence des ions OH ; l'œuf, à la différence de l'expérience faite dans l'eau de mer, reste rouge, mais au bout de quelques heures il est parfaitement viré au jaune, et le fait que c'est un vrai virage, c'est-à-dire un indice de l'apparition des ions OH à l'intérieur de la cellule et non simplement une décoloration par diffusion du colorant à l'extérieur, est prouvé par l'expérience, dans laquelle j'ajoutais quelques gouttes d'un acide ; l'œuf vire alors aussitôt de nouveau au rouge, donc la matière colorante y est.

Ayant obtenu ces résultats, je pouvais considérer la question posée plus haut comme résolue : précisement il était établi, que pendant l'irradiation du noyau seul avec la méthode de radiopuncture microscopique, la couche plasmatique superficielle, que le dard ultra-violet avait à traverser avant d'atteindre le noyau, en souffrirait à un tel point, que la microvivisection isolée du noyau devenait impossible.

Mais en même temps les résultats obtenus ci-dessus donnaient un indice précieux sur la voie dans laquelle on pourrait chercher la solution du problème technique de l'action photochimique élective sur l'élément cellulaire à opérer : il fallait trouver un moyen de solidifier temporairement la couche plasmatique superficielle, de la rendre moins sensible aux rayons ultra-violets pendant le laps de temps nécessaire pour la mortification du noyau.

Les recherches des derniers temps 13), surtout de J. Loeb, Hoeber, Warburg, Osterhout, Herlant, McClendon, et autres sur l'action des ions du milieu ambiant sur la cellule, notamment sur l'œuf d'oursin, et sur leur balancement, nous montrent, que tandisque les ions de K et Na ont un pouvoir désagrégeant ou liquéfiant sur les colloïdes de la couche plasmatique superficielle de la cellule et augmentent en conséquence sa perméabilité, l'ion de Ca a des tendences opposées, on pourrait dire constrictives : il solidifie le cytoplasme superficiel et diminue sa perméabilité.

Une série d'expériences, entreprises à ce sujet avec les rayons ultra-violets, m'ont confirmé ce fait : des œufs irradiés in toto dans une solution de m/2 NaCl ou de m/2 KCl se cytolysaient en 1/2-1 minute, dans l'eau de mer normale en 3 minutes, et dans le m/2 $CaCl_2$ ils restaient intacts presque une heure. Le résultat était meilleur encore dans l'eau de mer additionnée de quelques gouttes de m/2 $CaCl_2$, parceque les œufs placés dans le m/2 $CaCl_2$ seul souffraient toujours un peu, comme on le voyait sur les œufs témoins.

Ainsi l'action sur la couche plasmatique superficielle pouvait être éliminée, comme je l'ai décrit ci-dessus, mais il restait encore la possibilité d'une action nocive sur la couche plasmatique entre le noyau et la superficie cellulaire. Pour obvier à ceci j'emploie deux procédés : ou bien je centrifuge l'œuf en projetant ainsi le noyau vers la périphérie (fig. 12^{a}).

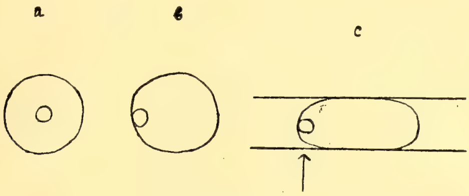


Fig. 12.

On obtient ceci déjà avec un petit centrifugeur à main, mieux encore avec un centrifugeur électrique moyen ; dans ce cas une centrifugation pendant une demi-minute suffit, parceque plus prolongée elle aboutit à un confluement des cellules les unes avec les autres. L'autre procédé consiste en ce que je comprime l'œuf dans un capillaire minime en collodion 14) sous un compresseur. L'œuf est alors aplati et la couche plasmatique en question est amincie (fig. 12 *b.*).

4. L'ordre des manipulations dans la microvivisection cellulaire avec la méthode de radiopuncture microscopique.

On a à faire à des cellules isolées très sensibles, et les réactions à observer doivent être nettes et précises ; d'autre part déjà le moindre agent pourrait influencer les réactions et obscurcir les résultats ; il est donc indispensable d'avoir recours à une série de vérifications et contrôles préliminaires : sur la bonne qualité du matériel, sa fécondabilité etc., sur sa sensibilité photochimique, sur l'efficacité du dard piquant. Pour ceci il est nécessaire d'adopter une série de manipulations, conduites toujours dans le même ordre.

Toutes ces manipulations sont poursuivies comme ci-dessus:
1. Avant tout on doit avoir soin de vérifier la qualité du matériel : sur une lame on procède à la fécondation artificielle

d'un petit nombre d'œufs du lot. Si les membranes de fécondation apparaissent aussitôt et restent distinctement soulevées, le matériel peut être considéré comme apte à l'expérimentation.

2. Une autre épreuve consiste en ceci : on ajoute à un lot d'œufs un peu de la solution de bleu de méthylène dans l'eau de mer — on voit apparaître et se contracter vers l'œuf son enveloppe gélatineuse ou chorion, qui prend une couleur violette. Cette réaction est caractéristique pour la fraîcheur des œufs 15).

3. On prend ensuite un troisième lot et on le laisse centrifuger pendant une 1/2 minute : le noyau est projeté alors vers la périphérie.

4. De ces œufs centrifugés on prend une partie et on les secoue pendant 15-20 secondes dans une éprouvette : les chorions sont détruits et lacérés, ce qu'on peut contrôler au moyen du bleu de méthylène : il n'y a plus de révélation du chorion. Pour une bonne réussite de la radiopuncture la destruction du chorion est préférable, parce qu'il est vite liquéfié par les rayons ultra-violets, comme l'a démontré aussi F. Levy 16) pour le chorion de l'œuf de grenouille, et l'œuf s'abaisse à cause de ceci pendant l'opération, ce qui modifie la mise au point, surtout du dard ultra-violet. Cette destruction du chorion est à faire après la centrifugation, parceque le chorion préserve les œufs durant cette opération du confluement.

5. Ensuite on met 5 œufs dans les quatre chambres opératoires d'une lame en quartz, comme il a été décrit plus haut. Dans la chambre I est celui à opérer ; en II — l'œuf témoin, qui plonge aussi dans la solution stabilisante comme le premier ; en III vient le troisième — dans la solution de fluorescéine pour la mise au point ; en IV on place deux œufs fécondés pour le contrôle préliminaire. Dans les chambres I et II la solution est stabilisante, c'est-à-dire qu'elle contient du $Ca\,Cl_2$ ajouté à l'eau de mer.

6. On procède avant tout au contrôle de la sensibilité photochimique des œufs : dans ce but un des œufs de la chambre IV est irradié in toto : il doit se cytolyser au bout de 3 minutes environ.

7. Puis on met au point l'œuf dans la chambre I et par un mouvement de la platine à chariot cette chambre est remplacée par la chambre III — avec la fluorescéine ; on met au point le dard piquant ultra-violet, comme cela est décrit plus haut (pages 6 et 7).

8. Après ceci on remplace cette chambre par celle du n° IV ; on radiopique alors l'œuf non cytolysé à sa périphérie. Si l'échancrure (voir plus bas p. 19) apparaît aussitôt, il est prouvé que la localisation du dard ultra-violet et sa coïncidence avec la pointe de l'aiguille de l'oculaire indicateur sont en ordre.

9. Alors on remplace cette chambre par la chambre I et on radiopique l'œuf, comme il a été décrit (page 7).

10. Ensuite on retire l'œuf, comme décrit, au moyen de la micropipette capillaire et on le passe dans une chambre post-opératoire, où il évolue et peut être observé à chaque instant.

5. **Recherches entreprises avec la méthode de la radiopuncture microscopique.**

Après avoir élaboré les détails de la technique, il importait de procéder aux expériences qui pourraient démontrer l'applicabilité de la méthode à la recherche des problèmes de cytologie expérimentale. A priori il est facile de concevoir que la méthode peut avoir toute une série d'applications expérimentales, aussi suis-je en train de vérifier quelques-unes d'elles, mais ici je ne parlerai que de trois possibilités ou de trois voies, qui me paraissent suffisamment établies.

La première est : la lésion intracellulaire, par exemple du noyau ou de ses parties (même pendant la division), du centrosome, des diverses différenciations à l'intérieur du cytoplasme, des symbiotes etc.

La deuxième, c'est la microvivisection périphérique à la superficie de la cellule : par exemple une piqûre à un point déterminé de la couche plasmatique superficielle ou bien encore une lésion d'un organoïde quelconque extérieur de la cellule — des cils, des protubérances, des ouvertures, tels que l'orifice buccal, les pédoncules etc.

Enfin la troisième, qui se rattache à la deuxième, c'est la possibilité, après avoir pratiqué une radiopuncture périphérique et avoir augmenté en ce point la perméabilité, d'y faire pénétrer par ce point des substances chimiques, qui normalement ne pourraient pas pénétrer, et ainsi d'intoxiquer électivement certains éléments dans un complexe pluricellulaire en voie d'évolution. Ce procédé devrait nous ouvrir une voie très importante dans l'analyse causale du chimisme de certains phénomènes de l'activité cellulaire et des lois, qui gouvernent l'évolution individuelle.

a. EXPÉRIENCES AVEC LA MORTIFICATION DU NOYAU SEUL DANS LA CELLULE.

Pour la vérification de la première des possibilités énoncées plus haut, je choisis l'œuf d'oursin *(Strongylocentrotus lividus)*, dont le développement embryonnaire bien connu pourrait présenter un bon critère de l'efficacité de la radiopuncture nucléaire. En effet, on sait que pendant la division cellulaire, qui est le facteur principal de l'évolution embryonnaire, c'est au noyau qu'incombe une activité bien évidente : on connaît même des divisions du noyau, sans que le cytoplasme le suive, mais jamais le contraire.

En ce qui concerne la possibilité d'une influence élective sur le noyau seul de la cellule, sont à mentionner les expériences intéressantes de G. et P. Hertwig, 17) qui en irradiant in toto les œufs et le sperme des divers animaux (oursins, grenouilles, tritons) par le radium, ont pu parvenir à la conclusion que c'étaient précisément les substances nucléaires qui étaient affectées par ces rayons. Mais d'après ce que nous savons aujourd'hui sur les liens étroits — même morphologiques — qui unissent le noyau et le cytoplasme. il n'est pas à exclure que certaines substances d'origine et de nature nucléaire, disséminées dans le cytoplasme, ont pu être aussi affectées dans ce cas ; les expériences de Packard 18), faites aussi avec les rayons du radium, semblent le prouver suffisamment. Ensuite de ce que nous savons encore sur l'action des rayonnements du radium sur les ferments, il est difficile de croire qu'une action de ces rayons, même relativement de courte durée, sur la totalité du cytoplasme, resterait sans aucun effet nocif. On ne pourrait parler à la rigueur d'une microvivisection nucléaire élective que dans le cas où on arriverait à toucher le noyau, en laissant tout le gros du cytoplasme à l'écart complet de l'agent employé.

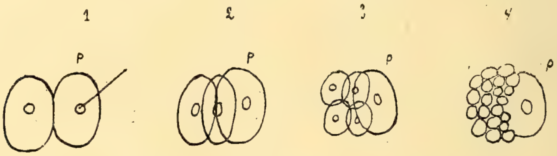


Fig. 13.

Pour essayer d'obtenir l'effet proposé, je pris le stade de deux blastomères d'un œuf fécondé, puisque c'est alors, en comparant la réaction des deux éléments-sœurs, l'un opéré et l'autre intact, que l'action pourrait être surtout évidente (fig. 13).

Ainsi un œuf d'oursin fécondé est introduit dans la solution stabilisante (10 ccm. d'eau de mer + 10 gouttes de $CaCl_2$ m/2) dans la chambre opératoire une heure environ après son activation ; le noyau du blastomère droit est radiopiqué pendant une minute. Ensuite l'œuf est retiré, lavé et placé dans un capillaire dans la chambre post-opératoire du type B.

		bl. gauche	bl. droit (piqué)
1)	1 heure après l'activation	1	1
	1 1/2 — —	2	1
	2 — —	4	1
	2 1/2 — —	7	1
	3 — —	14	1

Ainsi le blastomère avec le noyau piqué s'est arrêté définitivement et aussitôt après la radiopiqûre ; le blastomère gauche évoluait normalement et synchroniquement à l'œuf témoin, dont voici les données :

		bl. gauche	bl. droit
2)	1 h. après l'activation	1	1
	1 1/2 — —	2	2
	2 — —	4	4
	2 1/2 — —	8	8
	3 — —	16	16

L'effet d'arrêt dans l'expérience I est dû à la lésion du noyau et non pas à une modification de la perméabilité de la couche plasmatique superficielle, traversée par les rayons ultra-violets, puisqu'un œuf de contrôle, dont j'irradiais pendant le même laps de temps et dans la même solution stabilisante un point à la périphérie, n'a souffert aucunement, comme on le voit dans le tableau suivant, qui se rapporte à son évolution :

		bl. gauche	bl. droit
3)	1 h. après l'activation	1	1
	1 1/2 — —	2	2
	2 — —	4	4
	2 1/2 — —	8	8
	3 — —	16	16

On devrait être sûr, que dans ce dernier cas on avait néanmoins une action des rayons sur la cellule, laquelle pourtant était rendue inefficace par la solution stabilisante, quoique la même dose d'irradiation suffisait pour mortifier le noyau, plus sensible — on sait d'après les microphotographies de Kœhler 19), que le noyau absorbe les rayons ultra-violets plus fortement que le cytoplasme et d'autre part la photochimie nous apprend que l'action des rayons est d'autant plus efficace, qu'ils sont plus absorbés. Pour avoir cette sûreté indispensable aux conclusions, je radiopiquais à la périphérie encore un autre œuf de contrôle au stade de deux blastomères, mais dont la couche superficielle n'était guère protégée par la solution stabilisante ; cet œuf était radiopiqué simplement dans l'eau de mer. Voici les données sur son développement :

		bl. gauche	bl. droit
4)	1 h. après l'activation	1	1
	1 1/2 — —	2	1 gonflé
	2 — —	4	1 cytolysé
	2 1/2 — —	7	cytolysé
	3 — —	12	cytolysé

Comme on voit, ce blastomère a souffert : les ions nocifs ont pénétré par le point radiopiqué, où la perméabilité s'est accrue, et l'ont détruit. Cette cytolyse, libérant des substances nocives en abondance, a intoxiqué en partie la moitié de l'œuf non piqué, ce qui se traduit en une évolution quelque peu anormale des éléments du côté gauche, évolution qui se prononce plus fort ultérieurement.

Enfin encore un œuf témoin, que j'ai mis dans la solution stabilisante pour le même laps de temps que les autres, mais qui n'a pas été radiopiqué du tout, m'indiquait la non-toxicité de la solution stabilisante à elle-même. Cet œuf se développait comme l'œuf témoin.

		bl. gauche	bl. droit
5)	1 h. après l'activation	1	1
	1 1/2 — —	2	2
	2 — —	4	4
	2 1/2 — —	8	8
	3 — —	16	16

Par l'expérience décrite ci-dessus il est prouvé que l'action de la radiopuncture nucléaire, qui s'est traduite par un arrêt immédiat de la division de la cellule affectée, a pu être vraiment localisée sur le noyau et aussi une fois de plus nous voyons ici l'importance du noyau dans les manifestations de la vie cellulaire, telles que la division. Je me réserve de revenir ultérieurement dans un autre mémoire aux détails cytologiques de cet effet de la radiopuncture nucléaire, que je poursuis actuellement.

b. Expériences avec la localisation des changements de perméabilité de la couche superficielle du cytoplasme.

J'ai décrit déjà plus haut (page 11) l'expérience, consistant en la piqûre de la périphérie d'un œuf coloré en rouge neutre dans une solution alcaline, c'est-à-dire contenant les ions OH en liberté : dans l'eau de mer par exemple, qui est alors colorée en jaune orange. L'œuf radiopiqué accuse peu à peu un virage au jaune, qui commence près du point radiopiqué et se diffuse sur tout le reste du cytoplasme. Dans une solution privée des ions OH, il n'y a pas de virage immédiat, mais au bout de quelques heures il y a une cytolyse avec la libération à l'intérieur de la cellule d'une base (choline ?), dont les ions OH provoquent finalement le virage de l'œuf au jaune orange.

J'ai réalisé encore une autre expérience, dans laquelle comme indicateur du changement de la perméabilité j'ai eu recours au phénomène de la plasmolyse, c'est-à-dire à la réaction de contraction plus ou moins prononcée sous l'influence de l'augmentation de la pression osmotique du milieu extérieur. En effet, si dans le point radiopiqué de la couche plasmatique superficielle la perméabilité est accrue à cause du traitement, une solution plasmolysante, par exemple hypertonique, doit provoquer dans ce point une réaction plus prononcée que dans les autres parties de la superficie : l'eau passera par ce point plus facilement de l'intérieur à l'extérieur, et on devrait pouvoir voir ici une petite échancrure, ou une invagination.

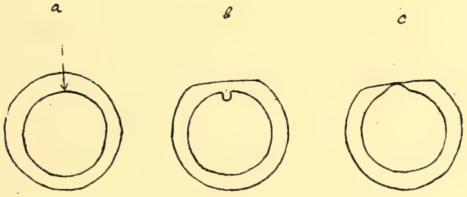


Fig. 14.

L'expérience a démontré cela, bien clairement (Fig. 14.); c'est surtout évident avec les œufs fécondés et précisement les premières 15-20 minutes après la fécondation. Les recherches récentes de Herlant 20), Heilbrunn 21), R. Lillie 22), nous montrent, en effet, que dans ce stade la perméabilité est sensiblement accrue, et qu'elle devient de nouveau moins prononcée dans le stade suivant de l'évolution, quand le cytoplasme est passé à l'état de gel. Aussi la radiopuncture périphérique une demi-heure environ après l'activation est moins efficace, ce qui est démontré par le fait que l'invagination se forme moins rapidement, il faut une intensité de radiation plus forte, ou une durée plus longue.

Une heure après l'activation, quand le noyau est déjà divisé et quelques minutes avant l'apparition du sillon équatorial, la radiopuncture, surtout dans la zone où apparait ce dernier, est de nouveau plus efficace, à en juger par la facilité d'apparition de l'invagination et de la réaction plasmolytique en cet endroit. En effet, le retour de la perméabilité accrue dans ce stade est aussi démontré par les recherches de Herlant 23).

Je mentionnerai ici encore une expérience qui prouve que la couche superficielle du cytoplasme à certaines phases de l'évolution accuse des différences de perméabilité, localisées topographiquement, ce qui expliquerait la polarité de l'œuf dans le phénomène de la division, comme le déduit de ses théories R. Lillie 24). Pour vérifier cette supposition expérimentalement, j'ai appliqué deux radiopunctures périphériques au même œuf au stade d'une heure environ après l'activation et quelque peu de temps avant l'apparition du sillon équatorial : un point radiopiqué était dans la zone du sillon, l'autre à un des pôles de l'œuf ; aussitôt je vis apparaître l'invagination au premier, et seulement quelque temps plus tard et moins prononcée au second.

En ce qui concerne la cause de l'invagination, on pourrait peut être aussi la mettre en rapport avec le phénomène de la dépolarisation, laquelle pourrait peut être, être provoquée par les rayons ultra-violets ; on sait que ces derniers, tombant sur un corps, peuvent anéantir sa charge électrique : si, comme le pense R. Lillie, la superficie de l'œuf a une charge électrique négative, il pourrait s'ensuivre une décharge dans le point radiopiqué qui par rapport aux autres points devrait alors accuser des différences de tension superficielle, qui trouveraient leur expression dans le fléchissement de la superficie. Les travaux ultérieurs devront préciser si on a à faire ici à ce genre de phénomènes.

c. Expériences avec l'imprégnation chimique élective des cellules par la méthode de la radiopuncture microscopique.

Après ce que nous avons vu précédemment, il n'est pas difficile de concevoir que la possibilité de localiser une modification de la perméabilité superficielle de la cellule nous offre un nouveau moyen d'expérimentation, consistant en la réalisation du desideratum suivant : introduire dans une cellule déterminée une substance, qui pourrait y provoquer des réactions caractéristiques, en modifiant son métabolisme, tandis que les éléments voisins resteraient intacts, en d'autres termes, essayer une imprégnation chimique élective.

Pour cette expérience j'ai choisi comme objet toujours les œufs d'oursin au stade de deux blastomères et comme substance à injecter le chlorure de lithium. On sait depuis les recherches de Herbst 25), que l'ion de Li a une influence caractéristique sur l'évolution de l'œuf d'oursin : les œufs, qui y ont séjourné, dans une concentration déterminée, se développent anormalement et donnent naissance à des larves caractéristiques, dont les faits capitaux consistent en une tendance au gonflement, qui aboutit même à la formation des formes avec un intestin, qui a un prolapsus à l'extérieur. Spek 26) a montré aussi que les paramécies se gonflent dans le LiCl et assument aussi une forme caractéristique. En général l'effet gonflant de l'ion Li sur les colloïdes est démontré aussi par des expériences in vitro.

Dans mon expérience, avant tout j'ai déterminé la concentration liminale du LiCl dans l'eau de mer, au-dessus de laquelle il n'y avait pas d'effet : pour la durée du séjour de 5 minutes c'est $\frac{m}{10}$; ensuite j'ai pu voir, que même un séjour temporaire dans une solution de LiCl laisse un effet, qui se prononce ultérieurement ; je remarque ce fait ici, parceque les recherches de Herbst 27) paraissent avoir démontré le contraire.

Mon expérience consistait donc en ceci : j'ai introduit l'œuf au stade de deux blastomères dans une solution de LiCl $\frac{m}{10}$, c'est à dire sous-liminale, pour la durée du séjour de 5 minutes qui ne pouvait avoir nul effet sur le blastomère non radiopiqué, j'ai piqué ensuite le blastomère du côté droit et j'ai laissé l'œuf dans cette solution pendant 10 minutes ; ensuite l'œuf est transporté dans l'eau de mer normale. Au bout de 10 minutes on voit le blastomère piqué se gonfler et devenir plus volumineux (Fig. 15).

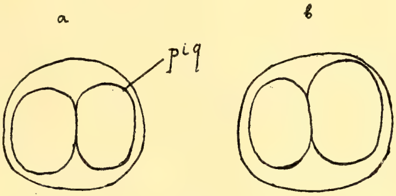


Fig. 15.

Je poursuis actuellement ces expériences et j'espère d'y revenir bientôt. Mais ce qu'on peut dire d'ores et déjà, c'est qu'au moyen de la méthode de radiopiqûre microscopique on est en état de localiser les intoxications et les influences chimiques dans des éléments cellulaires déterminés.

Les trois nouvelles voies de la micro-expérimentation, discutées ci-dessus, nous offrent la faculté d'aborder toute une série des recherches sur les phénomènes vitaux essentiels de la cellule. Le programme ultérieur des recherches consiste en ces points capitaux :

1. Simplification de la technique de la méthode, en ce qui concerne son appareillage, encore coûteux et exigeant une installation compliquée.
2. Élargissement de son rayon d'action, en ce qui concerne son applicabilité à de nouvelles voies d'expérimentation.

3. Abordage, au moyen de la méthode, d'une série des problèmes théoriques sur les faits essentiels de la physiologie cellulaire.

Il m'est un devoir agréable d'adresser ici mes vifs remerciements pour le concours bienveillant des personnes et institutions, qui se sont intéressées à ces recherches : à la mémoire de M. Yves Delage, à M. le Dr E. Roux, Directeur de l'Institut Pasteur, à S. A. S. le Prince Albert de Monaco, à M. le Dr Richard, directeur du Musée Océanographique de Monaco, où j'ai pu continuer mes recherches après leur douloureuse interruption pendant la guerre, et à tout le personnel de ce Musée en particulier à M. le Dr Oxner ; de même à M. le Professeur M. Davydoff et M. le Dr Trégouboff de la station zoologique russe de Villefranche-sur-mer, laquelle, quoique en conditions actuelles difficiles, m'a pu rendre de grands services, et à M. le Prof. V. Henri, qui a bien voulu me prêter quelques appareils dont je manquais.

* * *

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1). 1912. Tschachotin, S. — Die mikroskopische Strahlstichmethode, eine Zelloperationsmethode, *Biol. Centralb. T. 32 p. 632.*
2). 1904. Koehler. A. — Mikrophotogr. Untersuchungen mit ultraviolettem Licht. *Z. f. wiss. Mikroskopie. t. 21, p. 129.*
3). 1904. Hertel. E. — Ueber die Beeinflussung des Organismus durch Licht, speziell durch die chemisch wirksamen Strahlen. *Zeit. für allg. Physiol. T. 4.*
4). 1912. Henri. V. — *Une série de travaux dans C. R. Soc. Biol. tt. 72-73.*
5). 1909. Stevens, N. M. — The effect of ultraviolet light upon the developing eggs of Ascaris megalocephala. *Arch. f. Entw. Mech. t. 27, p. 622.*
6). 1905. Hertel. E. — Über die Einwirkung von Lichtstrahlen auf den Zellteilungsprozess. *Zeit f. allg. Physiol. t. 5, p 535.*
7). 1904. Koehler. A. *voir N° 2 p. 147.*
8). 1912. Tschachotin. S. — Uber Strahlenwirkung auf Zellen, speziell auf Krebsgeschwulstzellen und die Frage der chemischen Imitation derselben. *Münch. Med. Woch. N° 44.*
9). 1912. Werner. R. — Uber die chemische Imitation der Strahlenwirkung und Chemotherapie des Krebses. *Medizin. Klin. N° 28.*
10). 1910. Warburg. O. — Uber die Oxydationen in lebenden Zellen nach Versuchen am Seeigelei. *Zeit. f. physiol. Chem. T. 66, p. 305.*
11). 1913. Harvey. E. N. — *Amer. Journ. of physiol. t. 31 p. 335.*
12). Henri V. — *voir N° 4.*
13). *voir par exemple :* 1914. Höber. R. — *Physikal. Chemie der Zelle. 4 ed. Kap. 8.*
14). 1921. Tchahotine S. — Tubes capillaires en collodion, *C. R. Soc. Biol. t. 84, p. 534.*
15). 1921. Tchahotine S. — Le rôle physiologique de l'enveloppe gélatineuse de l'œuf d'oursin ; *C. R. Soc. Biol. t. 84 p. 330.*
16). 1912. Levy F. — Untersuchungen über den Einfluss ultravioletter Strahlen auf Sperma und Eier von Amphibien. *Zeit. f. allg. Physiol. T. 13, p. 135.*
17). 1911. Hertwig G. — Das Schicksal des mit Radium bestrahlten Spermachromatins im Seeigelei. *Arch. mikr. Anat. T. 77.*
18). 1915. Packard. — The effects of the β and γ rays of Radium on protoplasm. *Journ. of exper. Zool. t. 19, p. 323.*
19). 1904. Koehler A. — *voir N° 2, p. 299.*
20). 1918. Herlant M. — Variations cycliques de la perméabilité chez l'œuf activé. *C. R. Soc. Biol. t. 81, p. 151.*
21). 1920. Heilbrunn. — An experimental study of cell-division. I. *Journ. of exp. Zool. t. 30, p. 211.*
22). 1916. Lillie R. — The physiology of cell-division. VI. Rhythmical changes etc. *Journ. of exper. Zool. t. 21 p. 369.*
23). 1918. Herlant. M. — *voir N° 20.*
24). 1916. R. Lillie. — *voir N° 22.*
25). 1893. Herbst, C. — Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss der veränderten chemischen Zusammensetzung des umgebenden Mediums auf die Entwicklung der Tiere. *Mitt. aus der zoolog. Station Neapel.* T. XI, p. 136.
26). 1920. Spek, J. — Experim. Beiträge zur Kolloidchemie der Zellteilung. *Kolloidchem. Beihefte Bd. XII.*
27). 1893. Herbst, C. — *voir N° 25.*

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

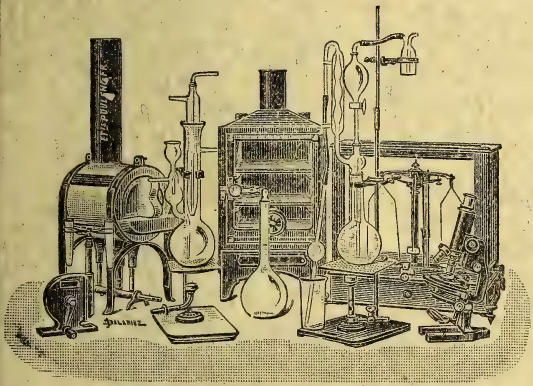
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMETRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE —
— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque "**R. A. L.**" pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

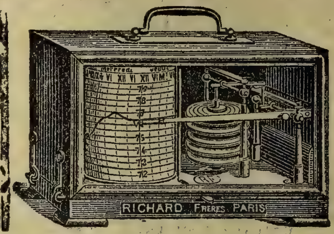
Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

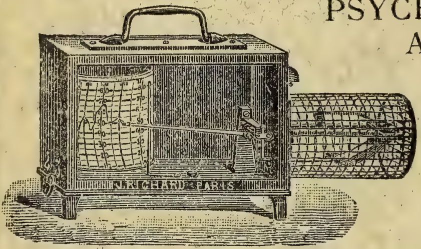
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie


RICHARD FRÈRES PARIS

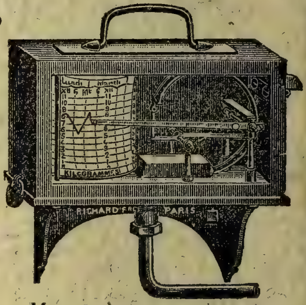
Baromètre enregistreur

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.


J. RICHARD PARIS

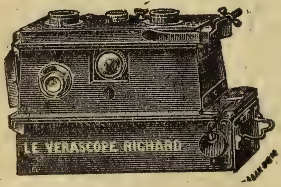
Thermomètre enregistreur

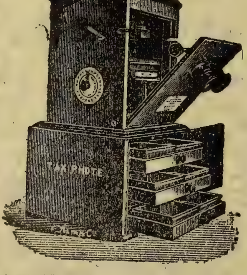
OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.


KILOGRAMMES
RICHARD FRÈRES PARIS

Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



- VÉRASCOPE -
GLYPHOSCOPE
- TAXIPHOTE -

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 402. 25 Octobre 1921.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

Système nerveux cellulaire périphérique des Céphalopodes.

Par le Dr Serge MIKHAÏLOFF, de Pétrograd

Smithsonian Institution
FEB - 8 1922
255627
National Museum.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

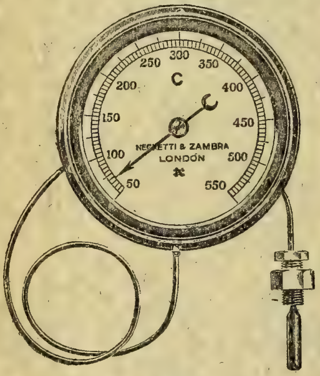
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier

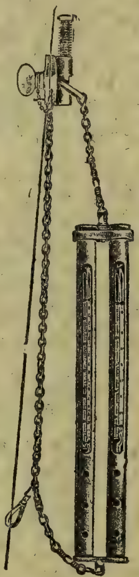


PRÉCISION GARANTIE à 1 °/o près

THERMOMÈTRE à DISTANCE à CADRAN ou ENREGISTREUR

THERMOMÈTRES à RENVERSEMENT et BOUTEILLES à PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE

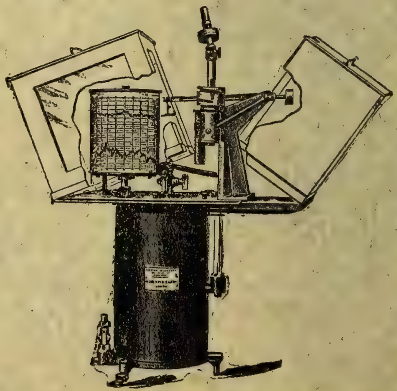


INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent

Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**



V. 921.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 402. — 25 Octobre 1921.

Système nerveux cellulaire périphérique des Céphalopodes.

Par le Dr **Serge MIKHAÏLOFF**, de Pétrograd

(Travail fait au Musée Océanographique de Monaco).

La coloration élective du tissu nerveux par le bleu de méthylène a donné de grands résultats pour l'étude de la structure fine du système nerveux chez les mammifères. La méthode du bleu de méthylène a permis surtout d'éclaircir la structure complexe du système sympathique [1], des appareils nerveux terminaux [2] et des connexions périphériques du système nerveux central et du système sympathique avec les organes divers [3].

Voir mes travaux :

[1] Anatomischer Anzeiger. Bd. 33. 1908. No 6 und 7.
Internat. Monatsschrift für Anatomie und Physiologie. Bd. 25.
Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 72. 1908.
Folia neuro-biologica. Bd. I, H. 5.
Anatomicher Anzeiger. Bd. 33. 1908. No 22 und 23.
Internat. Monatsschrift für Anatomie und Physiologie. Bd. 28. 1911.

[2] Anatomischer Anzeiger. Bd. 31. 1907.
Folia neuro-biologica. Bd. II, H. 3. 1909.
Journal für Psychologie und Neurologie. Bd. 16. 1910.
Journal für Psychologie und Neurologie. Bd. 18. 1911.

[3] Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 71. 1907.
Anatomischer Anzeiger. Bd. 32. 1908.
Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 72. 1908.
Folia neuro-biologica. Bd. III. 1909.
Anatomische Hefte. Bd. 41, H. 125. 1910.
Folia neuro-biologica. Bd. V, H. 1. 1911.
Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. 49, H. 3.
Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 99. 1912.

L'application de la méthode du bleu de méthylène chez les autres animaux, particulièrement, chez les invertébrés, n'a pas donné aux auteurs des résultats aussi bons que cela a eu lieu avec les mammifères. Ce fait dépend, évidemment, de beaucoup de causes.

Nous travaillions avec la méthode de la coloration vitale des éléments nerveux par le bleu de méthylène depuis 1905, quand nous avons proposé notre modification de cette méthode (voir mes travaux). Plus tard nous avons exposé notre méthode en détail [1]. Cette méthode est très capricieuse. Pour obtenir de bons résultats avec elle, il faut réaliser strictement beaucoup de détails techniques. Nous dissolvons habituellement le bleu de méthylène dans la solution de Ringer-Locke, en faisant des corrections nécessaires pour des quantités de KCL, $CaCl_2$ et $NaHCO_3$ dans le but de rendre cette solution isotonique pour les animaux différents. L'eau de mer présente une solution isotonique pour les animaux inférieurs marins. Mais le bleu de méthylène donne le précipité avec l'eau de mer. La solution du bleu de méthylène, même 1/50 $_0/^0$ dans l'eau de mer, donne le précipité cristallin. La solution à 3,783 $^0/_0$ de chlorate de sodium présente aussi une solution physiologique ou isotonique pour les animaux inférieurs marins[2]. Les quantités les plus petites de bleu de méthylène donnent déjà le précipité cristallin avec cette solution physiologique. On ne peut pas préparer des solutions de bleu de méthylène, par conséquent, dans un liquide dissolvant isotonique pour les animaux inférieurs marins. Ce fait n'a pas cependant une grande importance pour la bonne coloration du tissu nerveux. La coloration « vitale » représente un terme déjà assez ancien. La méthode de la coloration élective des éléments nerveux par le bleu de méthylène donne toujours les meilleurs résultats quand les tissus se trouvent déjà dans un certain degré de décomposition, comme nous l'avons démontré il y a assez longtemps. La solution isotonique permet seulement de garder plus longtemps les tissus dans ce degré favorable de décomposition. La détermination du moment où il faut commencer la coloration après la mort de l'animal est plus importante. Nous avons trouvé que pour les animaux inférieurs marins il faut commencer la coloration 45-60 minutes après la mort de l'animal. Dans ce temps nous prenons des parties désirables de l'animal et les mettons, en donnant aux morceaux la forme plate, sur les plaques en verre. Ces plaques en verre sont couvertes par du papier filtre. Nous arrosons les morceaux de tissus par la solution de bleu de méthylène à l'aide d'une pipette toutes les vingt minutes. Pour éviter l'évaporation nous exécutons toujours la coloration au-dessous d'une cloche en verre, qui couvre les plaques de telle manière que l'air peut circuler librement. Pour nos recherches sur les animaux inférieurs marins nous nous sommes servi des solutions de bleu de méthylène dans le liquide de Ringer-Locke ou bien dans l'eau physiologique ordinaire (0,9°/₀). Nous commençons la coloration par la solution la plus étendue de bleu de méthylène (1/32 °/₀). Nous faisons les arrosages ultérieurs avec des solutions plus concentrées (1/16 — 1/12 — 1/8 °/₀). La détermination de la durée de la coloration présente une grande importance pour obtenir de bons résultats. Pour la coloration des éléments nerveux divers la durée différente de la coloration est nécessaire. En outre, la durée de la coloration dépend aussi de l'espèce de l'animal. Il faut colorer les cellules nerveuses ganglionnaires des céphalopodes, par exemple, pendant 35-45 minutes. Les cellules nerveuses périphériques des mêmes animaux nécessitent la coloration pendant une heure vingt — une heure quarante minutes et même — jusqu'à deux heures. Les appareils terminaux moteurs doivent être colorés pendant une heure — une heure et quart etc. La coloration peut-être contrôlée par l'examen microscopique, si les morceaux de tissus sont assez fins et transparents.

---

[1] Zeitschrift für wissenschaftliche Microskopie und für microsk. Technik. Bd. 27.

[2] La pression osmotique du sang des invertébrés oscille seulement dans des limites très étroites (minimum $\Delta = -2{,}195^0$ et maximum $\Delta = -2{,}36^0$) près de la moyenne $\Delta = -2{,}29^0$. La pression osmotique de la solution de chlorate de sodium à 3,783 $^0/_0$ correspond à ceci. Le sang et cette solution sont isotoniques. La pression osmotique de l'eau de mer a la moyenne $\Delta = -2{,}29^0$, c'est-à-dire que le sang des animaux inférieurs marins et l'eau de mer sont aussi isotoniques. (Voir : Battazzi. Arch. ital. de Biologie 1897. p. 61 ; Hamburger. Osmotischer Druck und Ionenlehre in den medicinischen Wissenschaften. Bd. I. 1902. s. 462 ; Fürth. Vergleichende chemische Physiologie der niederen Tiere. 1903. Jena).

Quand la coloration est finie nous transportons les morceaux colorés dans la solution suivante :

Molybdate d'ammoniaque	8 gr.
Formol	0 c.c. 50
Eau distillée	100 c.c.

Il faut laisser les morceaux colorés dans ce liquide pour la fixation pendant 6-12-24 heures, cela dépend du volume des morceaux. Après la fixation le lavage prolongé dans l'eau courante est nécessaire pendant 6-12-18 heures. Après cela nous amincissons les morceaux à l'aide des ciseaux et d'un rasoir. Ce travail est très délicat et il doit être exécuté avec une grande patience pour obtenir de bons résultats. Après ceci on suit le passage ordinaire des préparations par l'alcool à 95° (mieux absolu), le xylol et l'inclusion de celles-ci à la gomme de dammar. La gomme de dammar doit avoir la réaction neutre pour éviter, dans la suite, de la décoloration.

⁂

Sur les préparations qui ont été travaillées par la méthode ci-dessus indiquée, nous avons trouvé, à part d'autres choses, un fait principal : *chez les céphalopodes existe, à côté d'un système nerveux ganglionnaire, qui est bien connu, encore un système nerveux cellulaire périphérique.* Le même système nerveux cellulaire périphérique existe aussi chez les autres espèces d'animaux inférieurs marins, mais nous nous bornons dans la note présente à une exposition de nos recherches sur les céphalopodes.

Octopus vulgaris, *Eledone moschata* et *Sepia officinalis* nous ont servi pour les recherches présentes. Chez ces animaux nous avons constaté la présence des cellules nerveuses dans les couches musculaires du corps, dans la musculature des bras dans le tissu conjonctif du tégument, dans la paroi de l'intestin et du cœur, ainsi que dans le stroma conjonctif de certaines glandes. Nous voyons, par conséquent, que ce système périphérique est très étendu.

Les cellules nerveuses périphériques sont disséminées en plus ou moins grand nombre presque partout. Quelquefois elles sont solitaires, quelquefois elles constituent de petits ganglions à 5-30 cellules.

Entre *les couches musculaires* externes *du corps* ces cellules nerveuses se localisent autour de la tête de l'animal à quelque distance de celle-ci, en constituant le véritable collier, parce qu'elles sont associées à l'aide de leurs prolongements nerveux. De ce collier ou cercle partent 16 chaînettes, dont huit se localisent dans la musculature du corps et les huit autres — dans les bras, par une chaînette à chaque bras. Sur la figure 1 on peut voir l'ensemble d'une telle chaînette. Nous voyons quelques fibres nerveuses, qui sont les dendrites et les cylindraxes des mêmes cellules, lesquelles sont incorporées dans la chaînette, ainsi que, peut être, quelques-unes de ces fibres ont leur origine dans des ganglions centraux.

Dans la paroi de l'*intestin* existe aussi la localisation régulière de ces cellules nerveuses périphériques. Elles constituent ici des ganglions (fig. 3) et leurs prolongements constituent le plexus. Ce plexus, évidemment, correspond tout à fait aux plexus d'Auerbach et de Meissner de l'homme et des autres animaux. Il se place entre la muqueuse et la couche musculaire de la paroi de l'intestin. Sur la fig. 2 on peut voir l'ensemble de ce plexus.

Dans *les autres organes* les cellules nerveuses périphériques se localisent individuellement, sans un plan général.

La plupart des cellules nerveuses périphériques chez les céphalopodes sont multipolaires (fig. 3). Les cellules bipolaires (fig. 6) ou unipolaires (fig. 4) sont beaucoup plus rares. Les cellules ont des dimensions très différentes, mais, en général, elles sont assez grandes (4-9μμ). Chaque cellule a un noyau rond ou ovale, un cylindraxe et, pour la plupart, quelques dendrites. Elle a encore la capsule, que colore le bleu de méthylène en bleu céleste (fig. 5).

Nos recherches actuelles nous permettent de faire *une classification* de ces cellules nerveuses périphériques *à la base des appareils, par lesquels se terminent leurs dendrites.* C'est le même principe sur lequel nous avons basé notre classification, que nous avons proposée il y a assez longtemps (voir nos travaux) pour les cellules ganglionnaires du système nerveux sympathique de l'homme et des mammifères.

Jusqu'à présent nous avons pu distinguer *quatre types principaux :*

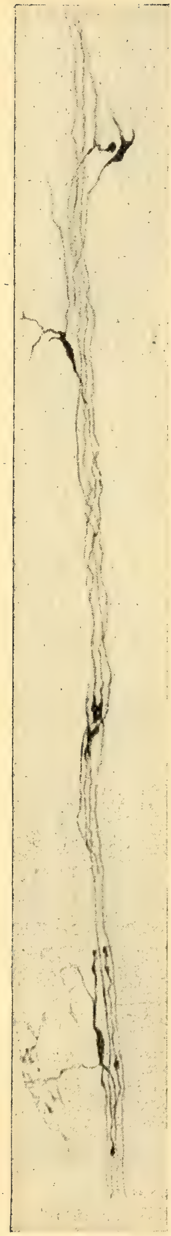


Fig. 1 — Morceau d'une chaînette de cellules nerveuses périphériques. Couches extérieures de la musculature du corps d'*Octopus vulgaris*. Méthode du bleu de méthylène. Zeiss Oc. I. ob. A.

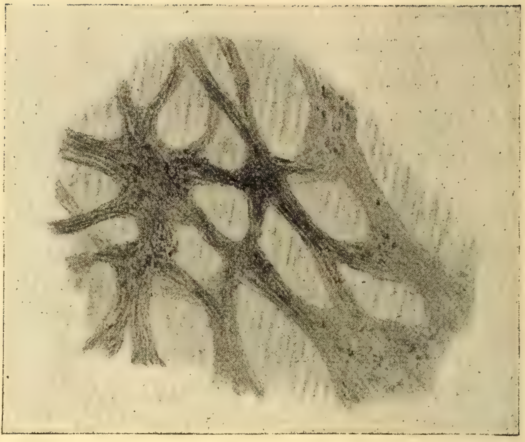


Fig. 2. — Morceau du plexus nerveux intestinal. *Sepia officinalis*. Méthode du bleu de méthylène. Zeiss Oc. I. ob. a_2.

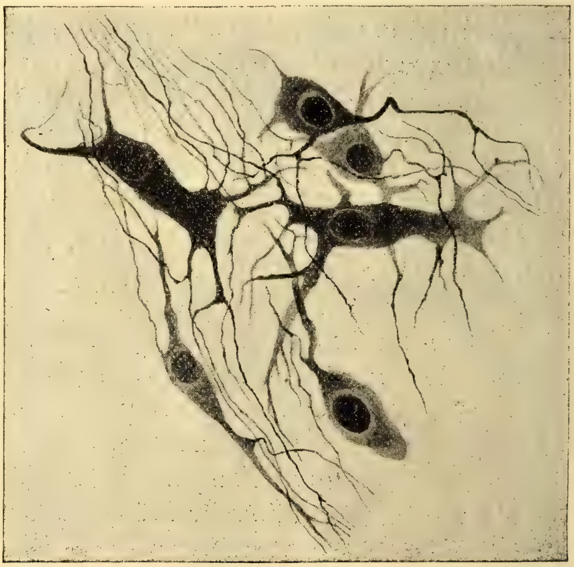


Fig. 3. — Petit ganglion du plexus nerveux intestinal d'*Eledone moschata*. Méthode du bleu de méthylène. Zeiss. Oc. II. ob. DD.

Premier type

Des cellules dont les dendrites se terminent par des lames ou des massues (fig. 4 et 5). Quelquefois la dendrite se termine par une seule lame, mais pour la plupart de cette lame part encore le filament nerveux, qui, à son tour, se termine par une lame.

Quelquefois on peut observer la chaînette des lames ou des massues par lesquelles se termine une dendrite. Ces lames terminales se localisent à une certaine distance de la cellule. De temps en temps on peut constater que par des lames pareilles se terminent les fibres nerveuses, qui viennent de loin (fig. 4 et 7). Une fois nous avons vu la communication d'une cellule du premier type avec une autre cellule à l'aide d'une commissure (fig. 5). Ces lames ou massues terminales ont les formes les plus différentes. Elles sont constituées d'une masse de plotoplasme et d'un filet névrofibrillaire (fig. 4).

Dans un travail sur la régénérescence du neurone[1] nous avons montré que de tels appareils nerveux terminaux ont, le plus probablement, la fonction trophique. On peut croire, par conséquent, que nos cellules du premier type sont des cellules sensibles trophiques.

Deuxième type

Des cellules dont les dendrites se terminent par de petites plaques qui se localisent sur les cellules musculaires (fig. 6). Sur la figure ci-incluse (fig. 6) on peut bien voir les variétés de formes et de dimensions de ces plaques terminales. Elles sont constituées par une petite masse de protoplasme et un anneau névrofibrillaire. Ces appareils terminaux ont la même structure que les terminaisons, que nous avons constatées sur le muscle du cœur de la grenouille à l'aide de la méthode d'argent Ramon y Cajal[2].

---

[1] S. Michailow. Die Regeneration des Neurons. Nervenzellen, Wachstumskugeln oder Nervenendapparate? Journal für Psychologie und Neurologie. Bd. XVIII. 1911.

[2] S. Michailow. Das intracardiale Nervensystem des Frosches und die Methode von Ramon y Cajal. Internat. Monatsschrift für Anat. und Physiol. 1908. Bd. 25 H. 10/12.

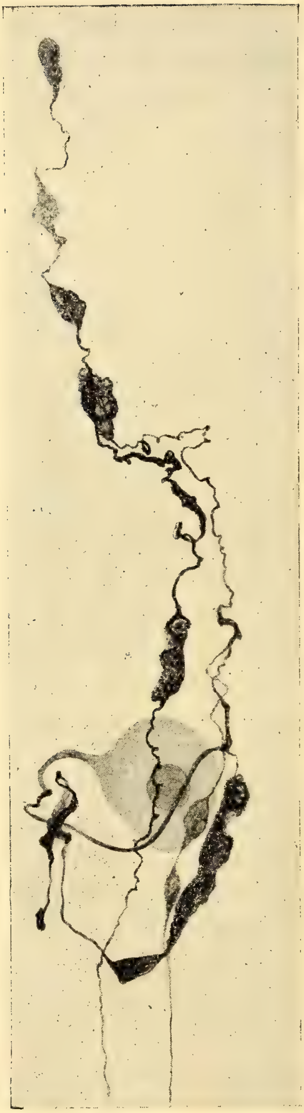


FIG. 4. — Cellule nerveuse du premier type du plexus nerveux intestinal d'*Octopus vulgaris*. Méthode du bleu de méthylène. Zeiss. Oc. II. ob. E.

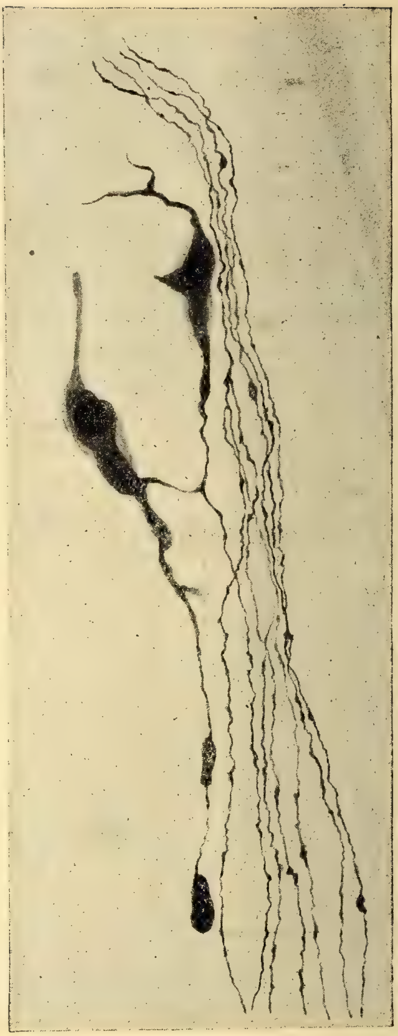


FIG. 5. — Cellule nerveuse du premier type. On voit la commissure de cette cellule avec le prolongement d'une autre cellule. On voit les capsules, qui sont colorées plus pâle. Musculature du corps d'*Octopus vulgaris*. Méthode du bleu de méthylène. Zeiss. Oc. II. ob. DD.

Ces appareils terminaux en forme de petites plaques sont tout à fait différents des appareils terminaux moteurs, qui se placent également sur les cellules musculaires des céphalopodes. Ces derniers ont d'autres caractères, ce que nous avons l'intention de montrer dans une note ultérieure. Il faut bien croire que les petites plaques, que nous venons de décrire sont les appareils terminaux sensibles des muscles des céphalopodes. Par conséquent, nos cellules du deuxième type sont les cellules sensibles des muscles.

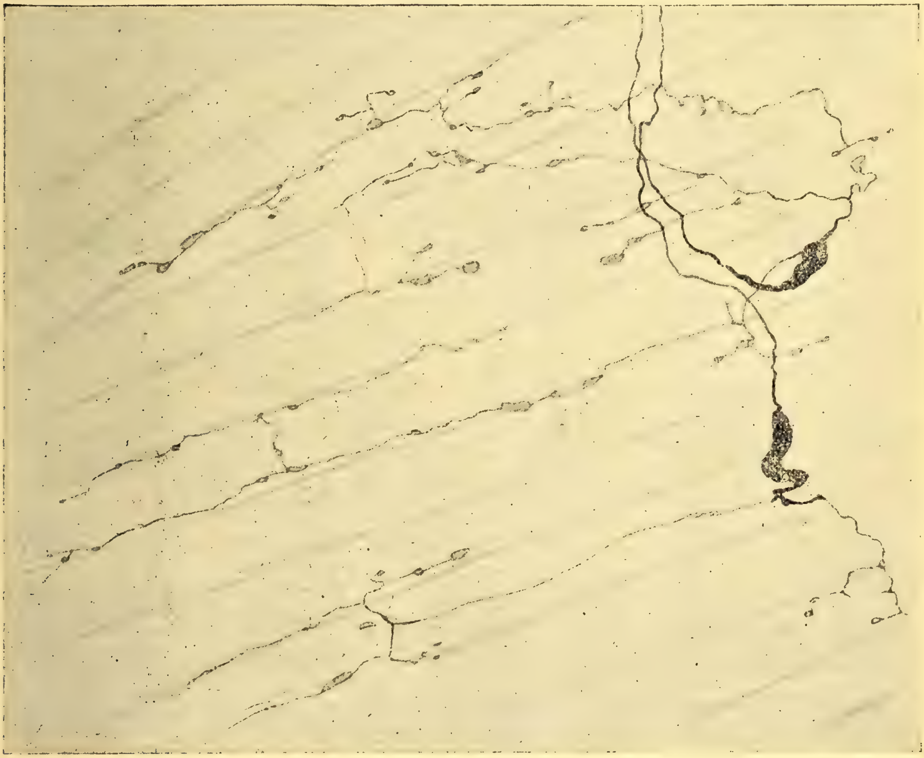


Fig. 6. — Deux cellules nerveuses du deuxième type. Terminaisons sensibles des muscles. *Sepia officinalis.* Méthode du bleu de méthylène. Zeiss. Oc. II. ob. DD.

Troisième type

Des cellules dont une partie des dendrites se terminent par des lames ou des massues pareilles aux dendrites des cellules du premier type et dont l'autre partie des dendrites se terminent par des petites plaques, qui se localisent sur les cellules musculaires, comme les dendrites des cellules du deuxième type (fig. 7). Les cellules du troisième type occupent, par conséquent, la position intermédiaire dans notre classification. Elles ont les caractères communs des deux types précédents.

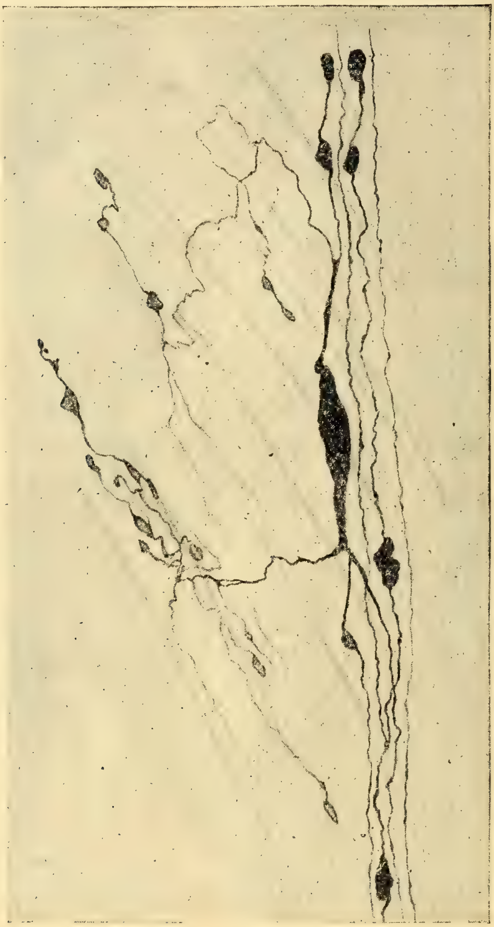


Fig. 7. — Cellule nerveuse du troisième type. Musculature du corps d'*Octopus vulgaris*. La même cellule est présentée sur la fig. 1. Méthode du bleu de méthylène. Zeiss. Oc. II. ob. DD.

Nos cellules du troisième type, par conséquent, sont les cellules sensibles des muscles et trophiques.

Quatrième type

Des cellules dont les dendrites se terminent en forme de pattes ou de petites grappes (fig. 8). Ces appareils terminaux se localisent près des autres cellules nerveuses de types divers sur la surface extérieure de leurs capsules ou bien ils touchent les mêmes cellules. Par conséquent existent les terminaisons péricapsulaires ainsi que les terminaisons péricellulaires. En outre, ces appareils terminaux d'une cellule réalisent le contact avec les terminaisons pareilles des autres cellules du même type (fig. 8). On peut observer qu'une cellule du quatrième type réalise, quelquefois, le contact avec plusieurs cellules du même type ou de types divers à l'aide de ses dendrites.

Nous voyons, par conséquent, que nos cellules du quatrième type sont les cellules d'association.

Jusqu'à présent nous n'avons pas eu la possibilité

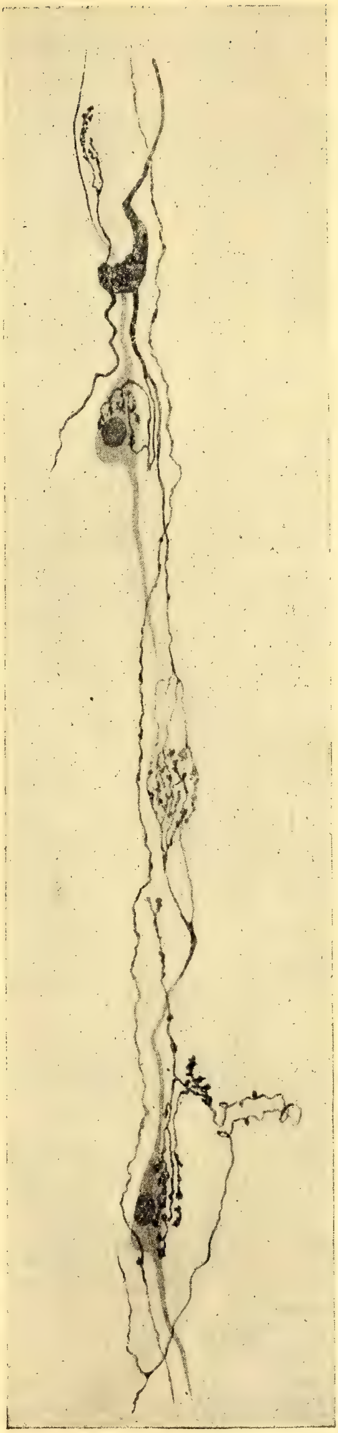


Fig. 8. — Cellules nerveuses du quatrième type. Couches extérieures de la musculature du corps d'*Eledone moschata*. Méthode du bleu de méthylène. Zeiss Oc. II. ob. DD.

de suivre les cylindraxes des cellules nerveuses périphériques jusqu'au but normal et terminal, c'est-à-dire jusqu'à leurs appareils terminaux. Nous avons pu quand même suivre des cylindraxes assez loin de leurs cellules et nous avons constaté que pour la plupart ils prennent la direction vers les ganglions centraux ou bien — vers les organes voisins. Il n'y a pas de doute que *les cellules nerveuses périphériques* que nous avons décrites ci-dessus *servent à accomplir les arcs périphériques des réflexes, de même qu'ils réalisent les connexités des organes périphériques avec les ganglions centraux.*

⁂

La vérité est bien connue que les questions principales de la structure fine et surtout des connexions intimes entre les éléments nerveux peuvent être étudiées plus facilement sur les animaux inférieurs. Ces animaux présentent également des objets favorables pour les recherches physiologiques. Certains auteurs, en se basant sur de telles recherches, ont voulu résoudre les questions principales et les plus générales de la structure et de l'activité du système nerveux, étendant leurs conclusions en général à tous les animaux et à l'homme. Ils ont extirpé certaines parties des ganglions centraux dans lesquelles se placent les cellules nerveuses. Ils ont observé après cette opération la présence intacte des réflexes chez les animaux opérés et ils ont conclu que la présence des prolongements des cellules nerveuses. dans le cas de l'absence des corps des mêmes cellules, est suffisante pour réaliser les réflexes et l'activité nerveuse.

A présent nous voyons que ces auteurs ont laissé intact tout le sytème nerveux cellulaire périphérique de l'animal après leurs opérations. De ce fait découlent toutes les suites.

* * *

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR ANALYSES | **PRODUITS CHIMIQUES** INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE

ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz
de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMETRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE ——
—— VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

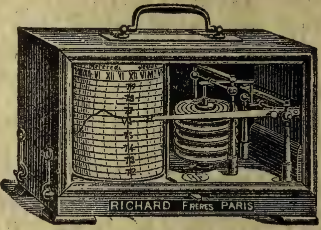
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920.

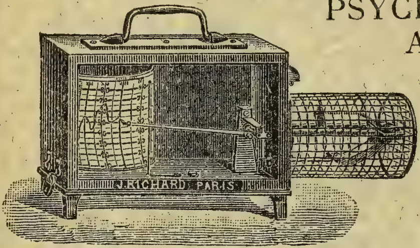
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

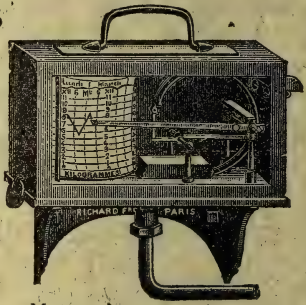
BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.


RICHARD FRÈRES PARIS

Baromètre enregistreur


J. RICHARD PARIS

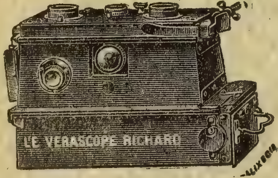
Thermomètre enregistreur

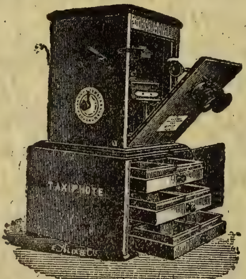

KILOGRAMMES
RICHARD F... PARIS

Manomètre enregistreur

OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



- VÉRASCOPE -
GLYPHOSCOPE
- TAXIPHOTE -

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard
Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue
Paris

15,3,20

N° 403.

1er Décembre 1921.

Smithsonian Institution
JAN 6 - 1922
254988
National Museum.

BULLETIN
DE
L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, PRINCE DE MONACO)

Les trous transversaires des vertèbres cervicales des Cétacés et Siréniens.

par le Dr **Edouard LOTH**

Professeur d'Anatomie à l'Université de Varsovie.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

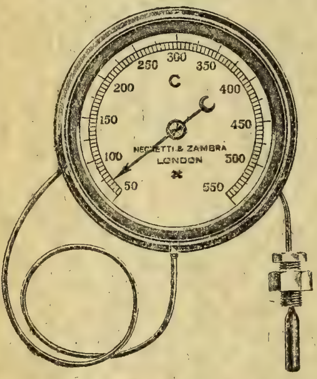
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier



PRÉCISION GARANTIE à 1 % près

Toutes TEMPÉRATURES jusqu'à 550° C.

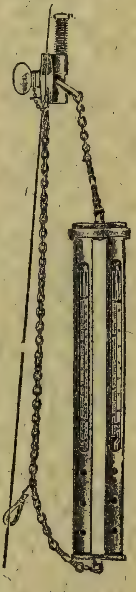
THERMOMÈTRES à CADRANS ou ENREGISTREURS avec tige souple et compensée.

Longueur du flexible : jusqu'à 25 mètres.

THERMOMÈTRES à RENVERSEMENT et BOUTEILLES à PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS D'EAUX

Comme ceux fournis au « QUEST » de l'Expédition Antarctique Britannique.

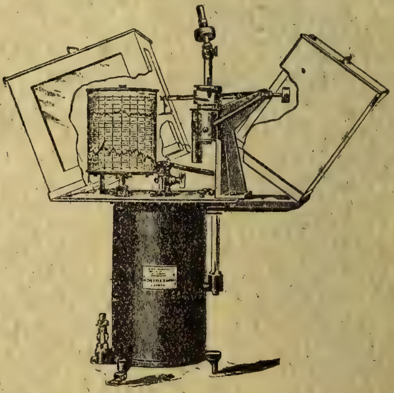
CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE



INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE

DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

L'Expédition de l'ascension de l'Everest se sert d'instruments Negretti et Zambra.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 403. — 1er Décembre 1921.

Les trous transversaires des vertèbres cervicales des Cétacés et Siréniens.

par le Dr **Edouard LOTH**
Professeur d'Anatomie à l'Université de Varsovie.

(Note préliminaire)

AVEC 14 FIGURES

Une série de travaux faits dans mon Institut d'Anatomie à Varsovie semble démontrer :

1° que les trous transversaires des Mammifères peuvent disparaître partiellement ; en effet dans la 7e vertèbre cervicale le trou transversaire manque souvent ; c'est surtout chez les cétacés que[1] l'on note très fréquemment leur absence ou leur réduction complète ;

2° que la formation des trous transversaires est en rapport avec les veines vertébrales ;

3° que la théorie du développement des trous transversaires, comme résultat de la fusion de l'apophyse transverse avec la côte rudimentaire ne trouve plus sa justification.

I. CÉTACÉS.

Jusqu'à ces derniers temps on notait l'absence complète du trou transversaire *seulement* chez les cétacés. La question me paraissait intéressante à tel point que, pendant mon séjour en France et en Angleterre, j'ai cherché de l'éclaircir. J'ai examiné des squelettes de cétacés au Musée de Monaco, au Muséum d'Histoire Naturelle à Paris, au Natural History

---

[1] LOTH NIEMIRYCZ. Études anatomiques et anthropologiques sur le canal transversaire. Travaux de la Soc. des Sciences de Varsovie 1916.
ORLOWSKI M. Quelques anomalies rares des vertèbres, *ibidem* (sous presse).

Museum à Londres, ce qui, avec les cas cités dans la bibliographie correspondante, représente au total 130 squelettes.

Il est curieux de noter que la classification des cétacés est basée seulement sur les caractères extérieurs et la dentition ; quant à la morphologie du squelette de ces animaux géants, sauf celle de la tête et des membres antérieurs, elle n'a jamais été suffisamment étudiée en détail.

C'est ainsi qu'on n'a pas pris en considération la transformation de leurs vertèbres cervicales, et pourtant les variations sont ici très accentuées.

Nous constatons à ce sujet toute une échelle de différentes formes : elle commence par les *Balénoptères* avec 7 vertèbres bien développées, et elle aboutit aux *Physétérides* avec les apophyses, les canaux, les articulations tous remplacés par une synostose complète.

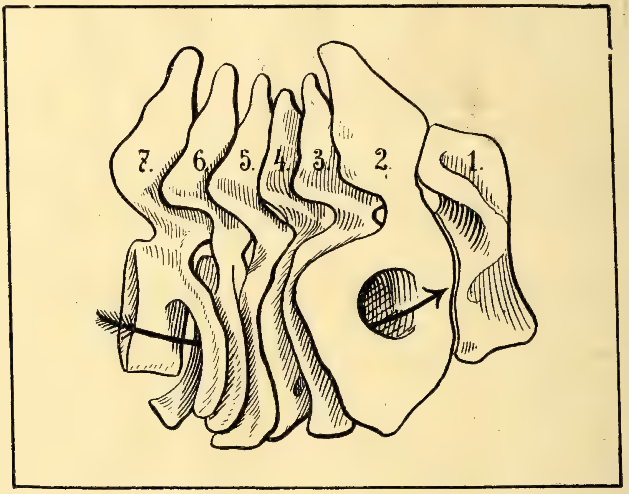


Fig. 1. — *Balaenoptera Schlegeli,* d'après Van Beneden.

Même chez les *Balénoptères* on trouve déjà beaucoup de variations. Chez 32 exemplaires examinés, ce qui fait, 64 observations prises des deux côtés (Fig. 1-3), j'ai trouvé la variabilité suivante :

Le canal transversaire

a) trou transv. fermé	2, 3, 4, 5, 6, (7).	25 %
	2, 3, 4, 5, (6)...	19 %
	2, 3, 4, (5)	3 %
	2, 3, (4)........	3 %
	2, (3)..........	12 %
b) trou transv. ouvert....................		31 %

En dehors des *Balénoptères*, le trou transversaire fermé constitue une chose bien rare ; je l'ai trouvé seulement chez les *Rachianectes* (2-6) et dans les différentes vertèbres d'*Inia Geoffr.*, *Pontoporia (Stenodelphis) Blainvillei*, *Tursiops tursio*, etc.

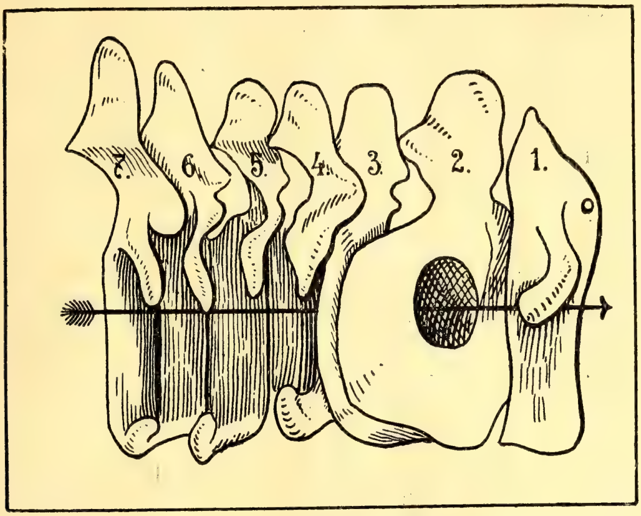


Fig. 2. — *Balaenoptera borealis*, d'après Van Beneden.

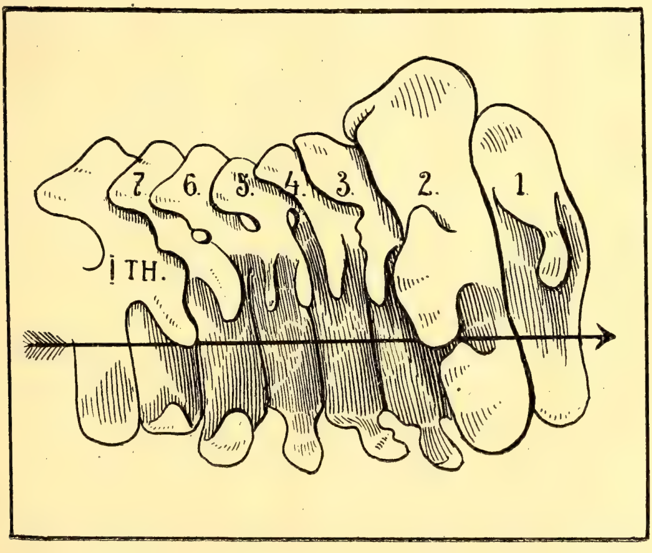


Fig. 3. — *Balaenoptera musculus*, d'après Van Beneden.

Van Beneden (1880, 160) dans son ouvrage classique sur les *Cétacés* dit : « l'état plus ou moins complet des anneaux dans les vertèbres ossifiées n'offre à notre avis aucune importance pour la distinction des espèces : ce sont simplement des dispositions individuelles ».

Malgré cet avis, je pense qu'on peut tout de même constater un certain écart de variabilité, car chez les individus de *Balaenoptera musculus* j'ai trouvé le trou transversaire dans les vertèbres suivantes :

2, 3, 4, 5, 6, (7) . . .	6 fois
2, 3, 4, 5, (6), (7) . .	4 »
ouvert.	1 »

Il est probable que dans le dernier cas la détermination de l'espèce du squelette n'etait pas juste, ce qui est bien possible si on se souvient des multiples synonymes et du manque de connaissance suffisante.

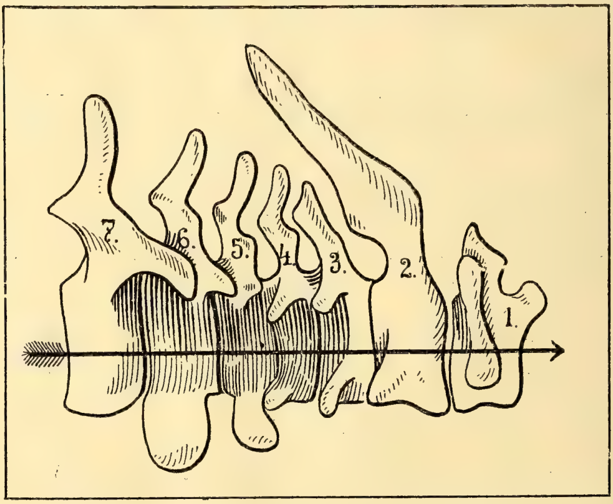


Fig. 4. — *Delphinapterus leucas*. Monaco.

Chez *Balaenoptera Sibbaldi* j'ai constaté le trou transversaire dans les vertèbres 2, 3, (4) ; 2, (3) ; 2 ; dans la dernière vertèbre cervicale le trou n'existait plus.

Chez différents Balénoptères [*Balaenoptera musculus* (31 $_{0}/^{0}$), *Sibbaldii* (Gray), *borealis*, *Huttoni*, etc.] le trou est souvent ouvert et transformé en un sillon.

Chez quelques *Cétodontes*, comme *Delphinapterus leucas* et *Monodon monoceros* (Fig. 4, 5) on voit des vertèbres bien distinctes avec un canal transversaire ouvert, fort réduit dans sa partie proximale.

Avec le progrès de la fusion de différentes vertèbres entre elles, les apophyses transverses disparaissent graduellement et par conséquent le canal ou le sillon transversaire arrive à un

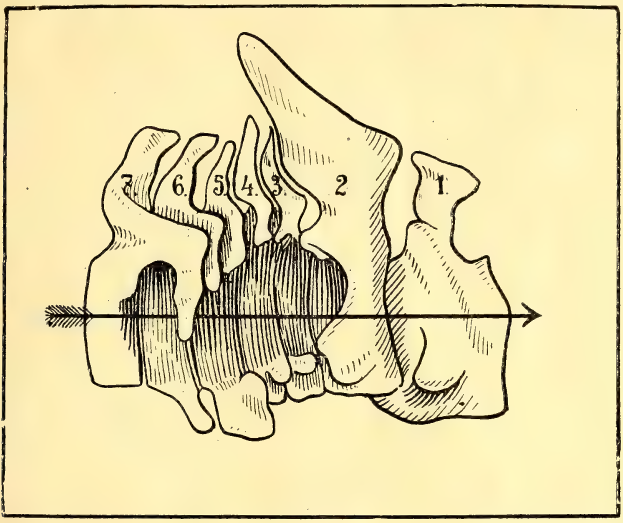


Fig. 5. — *Monodon nonoceros*, Narval. Monaco.

état complètement rudimentaire. Une idée de cette réduction nous est donné par la fig. 6.

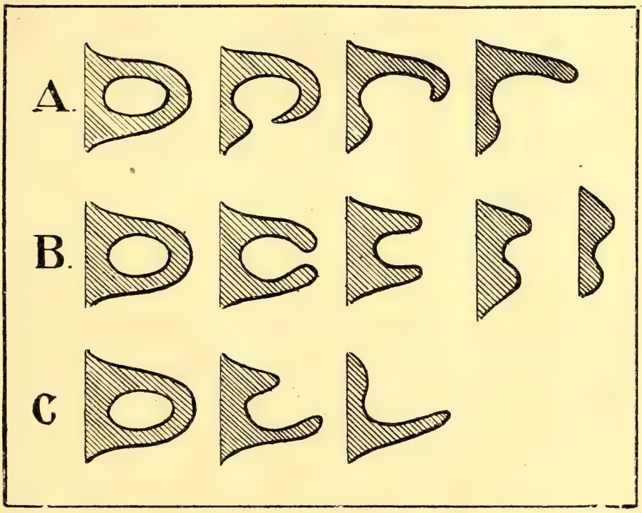


Fig. 6. — Les différents types de la réduction du canal transversaire.

Pour mettre mieux en évidence certains stades de cette involution, je vais la démontrer par une série d'exemples des différents reliefs des vertèbres. Les *Balénides* ont des vertèbres cervicales soudées d'une manière incomplète : on y voit encore

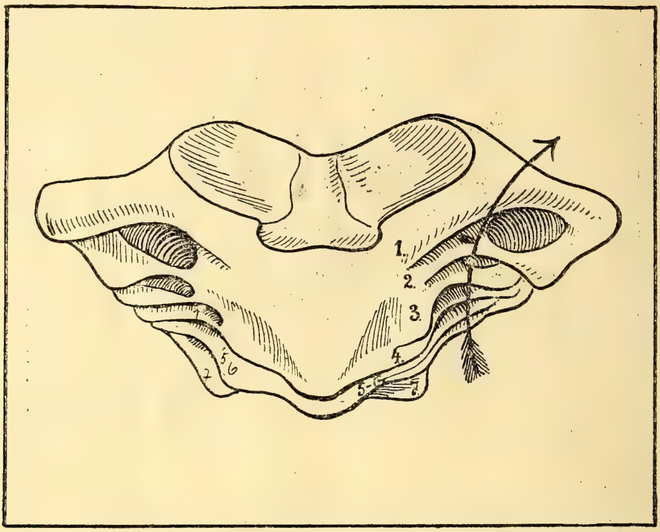


Fig. 7. — *Balaena glacialis,* vue dorsale. Londres.

les contours propres de chaque vertèbre, mais les mouvements entre elles sont impossibles, les articulations étant imparfaites

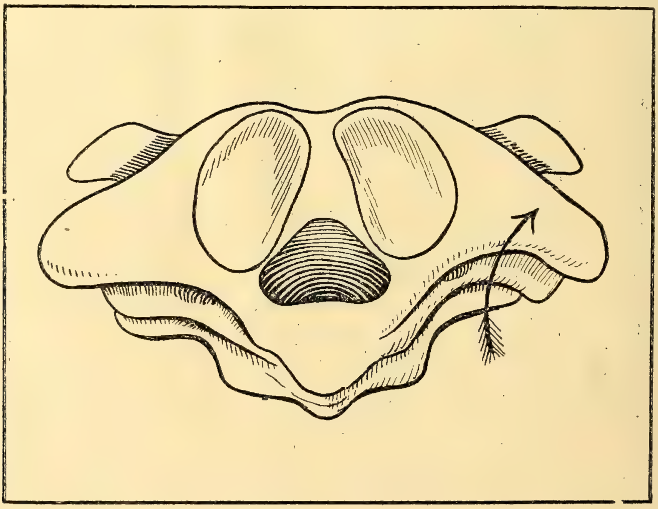


Fig. 8. — *Balaena glacialis,* vue craniale. Londres.

ou absentes. Le sillon transverse est encore assez bien marqué dans les vertèbres 2-7 (Fig. 7-10).

Avec une soudure plus complète le reste du canal disparaît. Chez *Ziphius chatamensis* les vertèbres 1-4 sont soudées

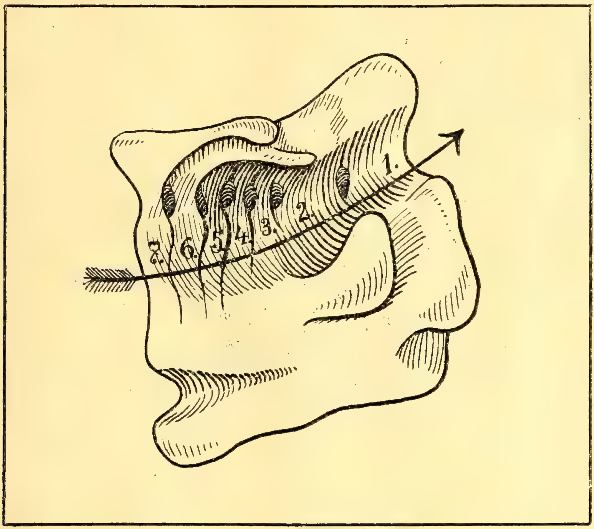


Fig. 9. — *Balaena glacialis*, vue ventro-latérale. Londres.

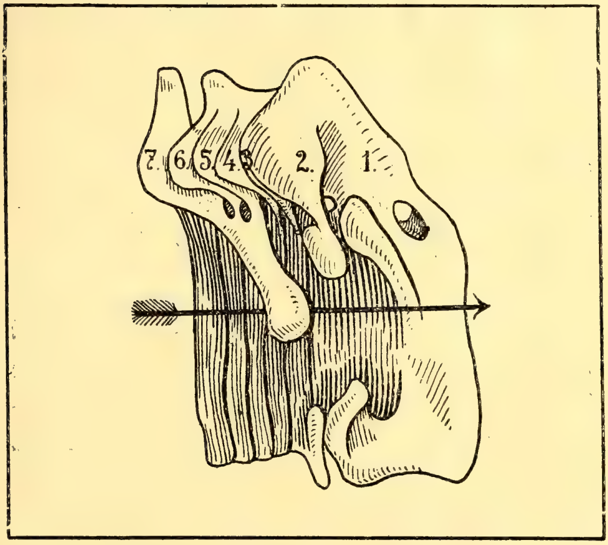


Fig. 10. — *Balaena mysticetus*, d'après Van Beneden.

complètement, les vertèbres 5 et 7 restent libres, et le sillon, fort rudimentaire dans la partie cervicale supérieure, est mieux prononcé dans la partie cervicale inférieure des vertèbres

(Fig. 11). *Neobalaena marginata* (Fig. 12) nous montre un type de squelette rachidien transformé en un os mal formé sur lequel les trous intertransversaires et les restes des apophyses sont les derniers témoins d'une provenance segmentaire ; ils constituent en même temps les dernières traces du canal transversaire.

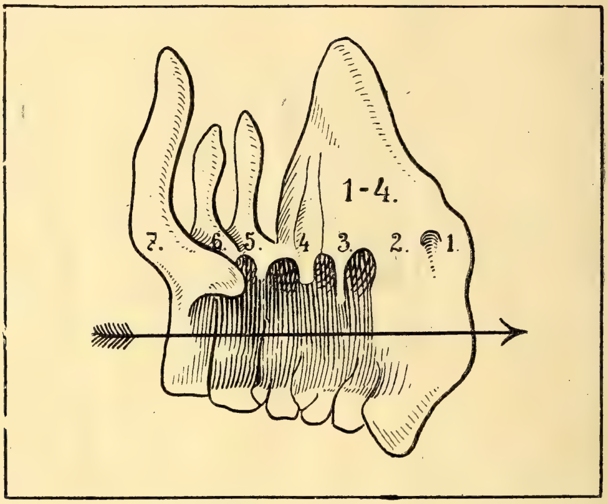


Fig. 11. — *Ziphius chatamensis.* Londres.

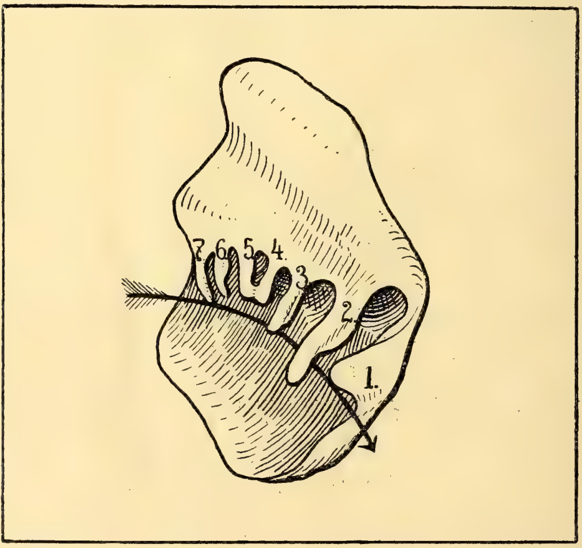


Fig. 12. — *Neobalaena marginata.* Londres.

Hyperoodon rostratus (Fig. 13) montre la soudure parfaite des vertèbres ; le reliquat du sillon transversaire est à peine marqué.

Chez *Physeter macrocephalus* (Fig. 14) les vertèbres cervicales sont représentées par deux os sans forme bien différenciée ; les apophyses et le canal transversaire manquent.

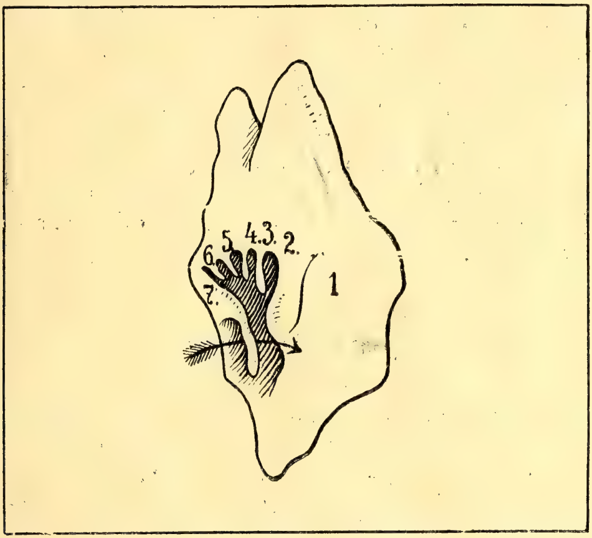


Fig. 13. — *Hyperoodon rostratus* ♂. Londres.

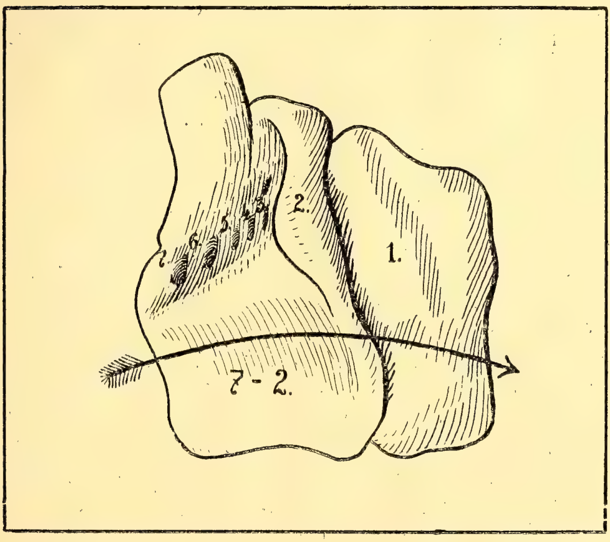


Fig. 14. — Cachalot. *Physeter macrocephalus*. Londres.

Après cette étude sommaire, les choses paraissent assez claires pour nous permettre de faire une loi générale en disant : *les cétacés tendent vers une réduction parfaite des apophyses transverses et surtout du trou transversaire.*

Cela correspond parfaitement avec la théorie de M^{me} Loth Niemirycz, que les trous transversaires ne sont pas formés par la soudure des apophyses transverses avec les côtes rudimentaires, mais que leur formation est établie par de nombreuses veines, et c'est autour de ces veines que le sillon se développe en trou transversaire.

Malheureusement je ne puis pas faire des examens à ce sujet, et je ne peux qu'indiquer le grand intérêt des études relatives à ce sujet.

II. SIRÉNIENS.

A côté des *Balénoptères*, j'ai examiné les trous des apophyses transverses chez les animaux qui en sont le plus rapprochés par le genre de vie, c'est-à-dire chez les *Siréniens*. Le matériel d'étude est ici encore plus restreint, car de ces animaux il n'y a que huit que l'on peut voir :

4 au Musée d'Histoire Naturelle de Paris,
2 au Musée Océanographique de Monaco,
2 au Museum of Natural History à Londres,

soit :

Manatus senegalensis...	4
— *americanus* ...	1
— *australis*	1
Halicore Dugong.......	2

En règle générale les vertèbres des *Siréniens* sont mieux développées que celles des Balénoptères.

Les corps des vertèbres sont plus hauts, les apophyses transverses sont trapues, mais fortes, avec les trous transversaires fermés seulement à la hauteur de la 2^{e} cervicale.

Ils sont pourvus d'une mobilité bien conservée dans quelques cas, et, par leur caractère ils rappellent les squelettes des animaux marins beaucoup plus que ceux des Cétacés.

Quant à la structure morphologique du canal transversaire, on observe ici le phénomène de la réduction (dégénération) du trou transversaire.

Manatus senegalensis : les apophyses transverses sont bien développées, fortes, pourvues de trous de dimension moyenne,

5-6 vert. cerv...	2 cas
4-5 vert. cerv...	2 autres.

7e vertèbre cervicale : le trou transversaire atrophié suivant le type de réduction A fig. 6.

Une exception est constituée ici par un sujet de la rivière *Koma* au *Cameroun*, exposé à *Monaco* ; chez ce sujet nous observons :

1° atlas, trou transversaire complet
2° 2-3 vertèbres cervicales soudées.

Manatus australis possède des trous transversaires dans les vertèbres cervicales 3-6 et un sillon transverse bien marqué dans la dernière vertèbre cervicale.

Manatus americanus : (exemplaire qui n'a pas atteint sa taille d'adulte) le canal transversaire n'existe pas, cela ne peut pas pourtant sérieusement influencer nos considérations, vu que le squelette n'a pas atteint son développement complet.

Halicore Dugong présente déjà un stade où l'atrophie des trous transversaires est assez prononcée.

Chez l'exemplaire de Londres :

1-2	vert.	cerv.	trou manque
3-4	—	—	incomplet
5	—	—	complet
6-7	—	—	absence du trou ; type A, (Fig. 6).

L'exemplaire de Monaco, est très démonstratif ; l'apophyse de la 5e vertèbre cervicale à gauche présente un trou fermé. Dans les autres vertèbres les trous transversaires sont largements ouverts, l'apophyse est plus développée dans la partie supérieure du cervix.

Ces observations nous indiquent que les Siréniens appartiennent à une famille plus limitée et mieux précisée que celle des Cétacés : la réduction du trou transversaire aboutit dans certains cas à l'atrophie complète.

Avec une série plus vaste d'observations on aurait pu déterminer l'amplitude des transformations *entre* les formules 1 (2) 3 4 5 6 (7) et (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7).

Nous avons ici un exemple de plus pour contribuer à nos conclusions émises plus haut dans notre étude sur les Cétacés.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1866. GRAY, J. E. — Catalogue of Seals and Whales in the British Museum of London 1866.

1867. BURMEISTER. — Anatomy of Pontoporeia Blainvillei. Ann. d. Mus. Pub. Buenos Aires 1867.

1867. MURIE, J. — On the Organisation of the Caaing Whale, Globiocephalus melas 1867.

1868. CARTE et MACALISTER. — On the anatomy of Balaenoptera rostrata. Philos. trans. 1868.

1880. VAN BENEDEN et P. GERVAIS. — Ostéographie des Cétacés vivants et fossiles. Paris 1880.

1889. VAN BENEDEN. — Histoire Naturelle des Cétacés des Mers d'Europe. Bruxelles 1889.

1889. TRUE, F. — Bulletin of the United States National Museum nº 36. Contribution to the natural history of the Cetaceans. A review of the family Delphinidæ. Washington 1889.

1889. BOUVIER, E. L. — Les cétacés souffleurs. Thése d'agrégation. Lille 1889.

1903-1905. CHARCOT, J. — Expédition antarctique française. E. L. TROUESSART. Mammifères pinnipèdes.

1908-1910. CHARCOT, J. — Deuxième expédition antarctique française.

1912. TURNER, M. W. — The Marine Mammals in the anatomical Museum of the University of Edinburgh. London 1912.

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS

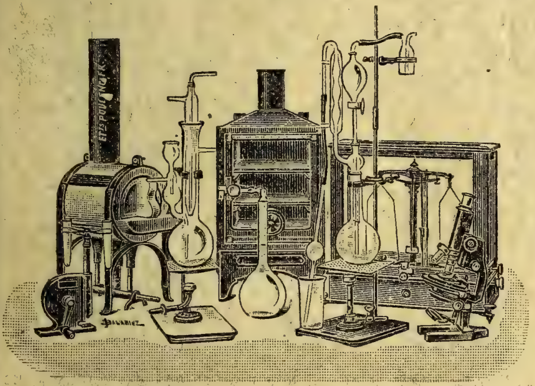
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :

CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES (**Eau et Gaz**)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE — VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

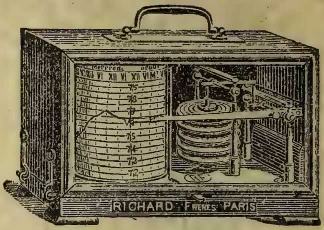
**Reproduction de toutes planches artistiques,
tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.**

VII, 1920

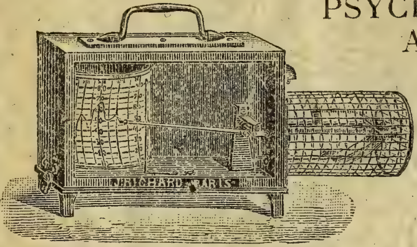
ENREGISTREURS

pour les Sciences et l'Industrie

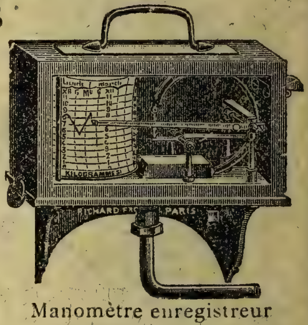
BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.


RICHARD FRÈRES PARIS

Baromètre enregistreur


RICHARD PARIS

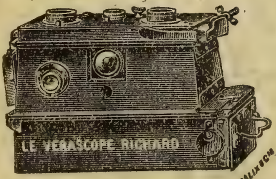
Thermomètre enregistreur

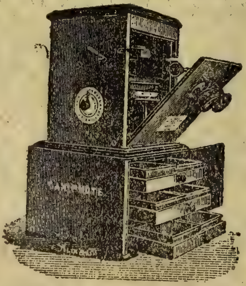

KILOGRAMMES
RICHARD F. PARIS

Manomètre enregistreur

OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté S.G.D.G.

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



-VÉRASCOPE-
GLYPHOSCOPE
-TAXIPHOTE-

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

N° 404. 25 Décembre 1921.

BULLETIN

DE

L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE

(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)

Sur la circulation océanique profonde.

Par M. J. THOULET

Smithsonian Institution
FEB - 8 1922
255627
National Museum.

MONACO

NEGRETTI & ZAMBRA

MÉCANIQUE DE PRÉCISION

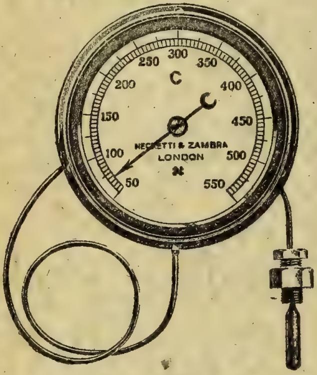
Maison fondée en 1850

38, Holborn Viaduct - LONDRES, E. C. I.

Succursales à l'Etranger :

BRUXELLES - TORONTO - OTTAWA

Fournisseurs de la plupart des Gouvernements, des Observatoires et des Académies du monde entier



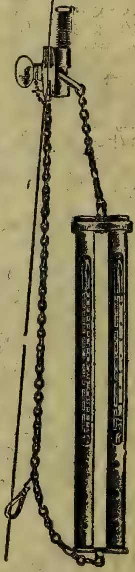
PRÉCISION
GARANTIE
à
1 % près

Toutes
TEMPÉRATURES
jusqu'à 550° C.

THERMOMÈTRES
à
CADRANS ou ENREGISTREURS
avec tige souple et compensée.
Longueur du flexible : jusqu'à 25 mètres.

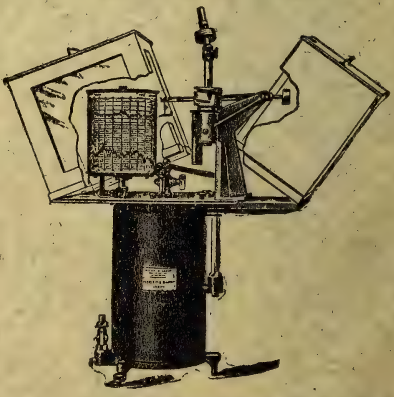
THERMOMÈTRES
à
RENVERSEMENT
et
BOUTEILLES
à
PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAUX
Comme ceux fournis au
« QUEST » de l'Expédition
Antarctique Britannique.

CATALOGUES
gratis
SUR DEMANDE



INSTRUMENTS DE MÉTÉOROLOGIE
DE TOUS MODÈLES

Le cliché représente notre Anémomètre enregistreur de la direction et vitesse du vent



Envoyez à NEGRETTI et ZAMBRA
VOS DEMANDES
relatives à tous **Instruments Scientifiques**

L'Expédition de l'ascension de l'Everest se sert d'instruments Negretti et Zambra.

BULLETIN DE L'INSTITUT OCÉANOGRAPHIQUE
(Fondation ALBERT Ier, Prince de Monaco)
No 404. — 25 Décembre 1921.

Sur la circulation océanique profonde.

Par **M. J. THOULET**

L'étude des courants marins à la surface de la mer jusqu'aux profondeurs de quelques centaines de mètres se fait par des mesures directes exécutées à l'aide de flotteurs libres ou captifs (flotteur de Mitchell, bouteilles de Hautreux, dragues à courants, etc.), ou d'appareils mécaniques (mesureur d'Ekman, appareil Makaroff, etc). On peut encore opérer indirectement par des mesures de densités d'eau *in situ* c'est-à-dire dans les conditions mêmes de température et de pression où se trouvait l'échantillon à l'endroit, à la profondeur et au moment où il a été récolté en train d'accomplir son rôle dynamique au sein de l'Océan. Les mesures sont effectuées alors soit avec des aréomètres dont le plus parfait est celui de Buchanan, soit d'après la méthode plus rapide, plus avantageuse et aussi exacte des indices de réfraction [1].

D'après le principe des vases communiquants, si deux échantillons d'eau à des densités *in situ* différentes sont en communication l'un avec l'autre, il se produira un courant de l'eau à plus faible densité, située à un niveau plus élevé vers l'eau à plus forte densité occupant un niveau plus bas. Si les eaux plus denses et moins denses se renouvellent incessamment, le courant sera continu.

[1] Voy. THOULET, *Circulation océanique ; densités in situ et indices de réfraction* et VAURABOURG, *La détermination de la densité de l'eau de mer par la mesure de l'indice de réfraction.* Bulletin de l'Institut océanographique. Nos 394-395, 15 juillet 1921. Monaco.

Le phénomène se produit à la surface de l'océan et son étude entreprise par l'éminent océanographe anglais J. Y. Buchanan l'a conduit à formuler la loi suivante[1] : les côtes maritimes sont en général des aires de densité minimum ; au contraire, les centres océaniques tropicaux, au nombre de cinq et situés dans l'Atlantique Nord, l'Atlantique Sud, le Pacifique Nord, le Pacifique Sud et l'Océan Indien, sont des aires de densité maximum. Les eaux possèdent donc, dans chaque océan, en surface un mouvement centripète continu qui implique forcément en profondeur un mouvement centrifuge suivi, afin de former le cycle, d'un mouvement ascensionnel de ces eaux profondes le long des côtes.

Si l'on possédait un nombre suffisant de séries verticales de densités *in situ* prises à des profondeurs identiques et reportées graphiquement sur des cartes isopycnes passant par plusieurs plans horizontaux parallèles à la surface, on aurait l'image exacte de la circulation profonde et la direction des courants sus-marins et sous-marins dont les gradients permettraient d'évaluer immédiatement la vitesse relative. Malheureusement les données expérimentales font encore défaut faute surtout d'un accord international relativement aux plans horizontaux où devraient être établies les lignes isopycnes caractéristiques de la circulation. J'ai pu cependant, d'après de trop rares mesures exécutées par le *CHALLENGER* en Atlantique Nord dans deux plans horizontaux parallèles entre eux, l'un à la surface, le second à la profondeur de 300 fathoms (549^{m}), montrer graphiquement[2] que tandis qu'à la surface les densités *in situ* croissaient de la périphérie au centre, au contraire dans l'horizontal de 300 fathoms (549^{m}) la disposition était inverse et les densités augmentaient du centre à la périphérie. Il semble en outre que l'eau centrale lourde ait la forme d'une colonne qui probablement subit des variations de position, de dimension et de longueur pendant le cours de l'année.

Une question se présente ici. Cette circulation profonde excentrique se fait-elle dans toute la masse des eaux océaniques depuis la surface jusqu'au sol abyssal ou bien s'arrête-t-elle à une certaine profondeur ? Des séries verticales de densités en nombre suffisant permettraient seules de résoudre le problème. Néanmoins, en passant par une voie détournée, il semble que dès maintenant la question soit susceptible d'être à peu près résolue.

---

[1] J. Y. BUCHANAN, *Accounts rendered of work done and things seen.* Cambridge : at the University press. 1919 *pass.*

[2] THOULET-VAURABOURG. *loc. cit.*

On sait qu'un graphique de température est la courbe continue joignant à une échelle déterminée, les températures de la mer prises à diverses profondeurs le long d'une même verticale. On possède un assez grand nombre de ces documents et particulièrement la suite des 252 graphiques établis par le *CHALLENGER*[1]. Sir John Murray et le Dr Joh. Hjort, dans leur ouvrage intitulé « Depths of the Ocean »[2] ont publié un tableau donnant le décroissement de la température moyenne correspondant, d'après le *CHALLENGER* et d'autres mesures effectuées jusqu'en 1895, pour l'Océan tout entier, à l'augmentation de la profondeur. J'ai continué ce tableau pour les profondeurs de 5486^{m} (3000 f.), de 8185^{m} (4475 f.) et 9636^{m} la plus grande profondeur aujourd'hui connue et en ai dessiné le graphique, les températures étant évaluées en degrés et dixièmes de degrés centigrades.

Prof. m	t° C	Prof. m	t° C	Prof. m	t° C
183	16.0	1646	2.7	5000	1.8
360	10.1	1829	2.5	6000	1.8
549	7.1	2012	2.3	7000	1.8
732	5.4	2195	2.1	7224	1.7
914	4 5	2377	2.0	8000	1.8
1097	3.9	2560	1.9	8185	1.8
1280	3.4	2743	1.8	9000	»
1463	3.0	4023	1.8	9636	»

---

[1] Report on the scientific results of the exploring Voyage of *H. M. S. CHALLENGER*. Physics and Chemistry. Vol. I.

[2] Sir JOHN MURRAY and Dr JOHAN HJORT. *The Depths of the Ocean*. Macmillan and Co, limited. St Martin's Street. London. 1912. 6. XVI.

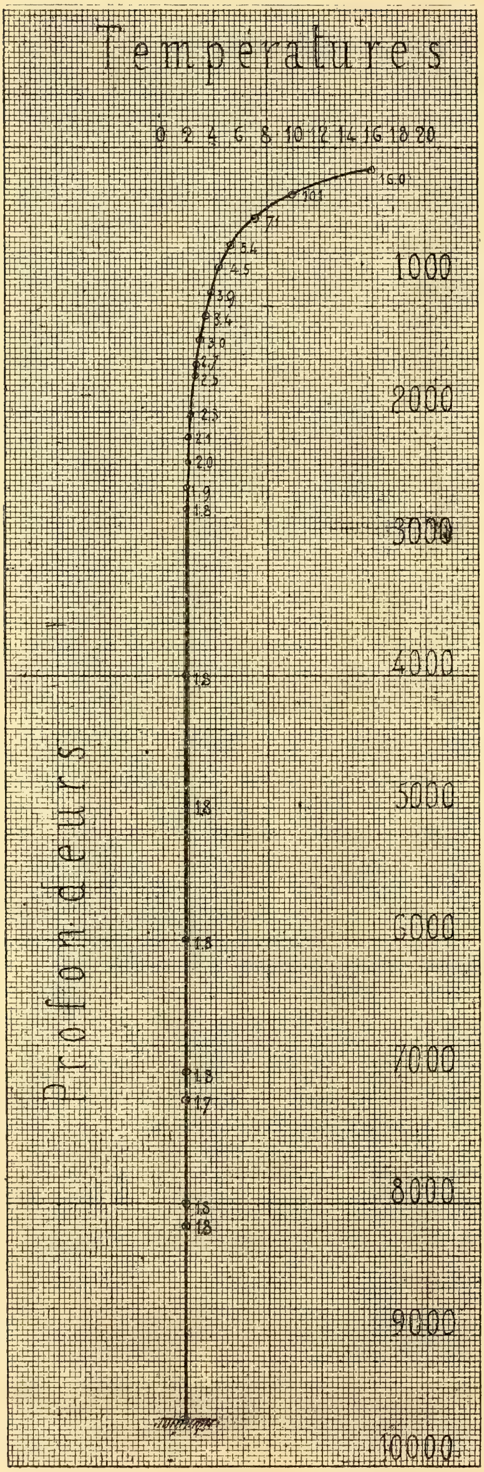


Fig. 1.

Si l'on considère le graphique (Fig. 1), on remarque que depuis la surface, à mesure qu'on descend davantage, la température décroit d'abord très rapidement jusque vers 500m puis moins rapidement jusque vers le sommet ou point milieu de la courbe, vers 1000m, auquel on donne quelquefois le nom de point de cassure. La courbe elle-même marquant cette décroissance rapide de la température est appelée en allemand *Sprungschichte* (couche de saut brusque), en anglais *discontinuity layer* (couche de discontinuité) et par les Américains *thermocline*. A partir du point de cassure, le décroissement de la température devient lent, plus lent encore en approchant de 2000m, enfin à 2000m environ, il est tellement faible que d'une température moyenne de 2.3 à cette profondeur, le thermomètre ne s'abaisse que de un demidegré jusqu'à la plus grande profondeur aujourd'hui connue dans tout l'océan, de 9636^{m}, sur une épaisseur d'eau de près de 8000 mètres.

On n'abordera pas ici la question du degré de certitude de la mesure au thermomètre des températures tout à fait abyssales qui se complique encore de la solution à donner au problème de la stagnation des eaux dans le fond des fosses sans communication latérale avec le reste des eaux océaniques, puis aussi de l'augmentation de température soupçonnée plutôt que réellement vérifiée au contact même du sol sous-marin et qui serait due au rayonnement de la chaleur interne à travers la croûte terrestre recouverte par la mer. Il y aurait encore à considérer la température dite « potentielle » que pourrait acquérir l'eau par suite de sa descente dans les profondeurs ou de sa remontée vers la surface en conséquence de l'augmentation ou de la diminution de pression qui en résulte. Des données densimétriques que malheureusement nous ne possédons pas seraient susceptibles d'apporter quelque lumière sur un sujet aussi difficile et qui sort du domaine de l'océanographie pour entrer dans celui de la haute physique. Il s'agit en ce moment non de dixièmes ou de centièmes de degré sur une épaisseur d'eau de 7000 ou 8000 mètres mais d'une généralisation des grandes lois de la circulation océanique.

En se rappelant la difficulté que l'on éprouve dans un laboratoire bien outillé, à maintenir une température constante dans un appareil tel qu'un calorimètre ou une étuve, il est impossible de ne pas admettre qu'une pareille constance de température abyssale, dans l'océan tout entier, sous les latitudes les plus diverses, ne saurait exister qu'au sein d'un liquide soumis à une agitation violente et continuelle ou bien dans un état de repos pratiquement absolu pour lequel l'afflux de chaleur compense exactement la déperdition par rayonnement. Or comme le moins qu'on puisse dire à la première hypothèse est d'affirmer qu'aucun fait observé ne vient la confirmer, on est forcé d'adopter la seconde et en conséquence de formuler la loi suivante.

A partir d'une profondeur d'environ 2000 mètres les eaux océaniques sont soustraites à toute circulation et peuvent être considérées comme immobiles.

Il est d'ailleurs entendu que cette affirmation quelle qu'en soit la probabilité, ne devra être acceptée comme définitive que lorsqu'elle aura été appuyée par une carte pycnométrique passant par un plan parallèle à la surface et située aux environs de 2000 mètres de profondeur.

D'autre part, dans un précédent travail[1], j'ai dressé deux

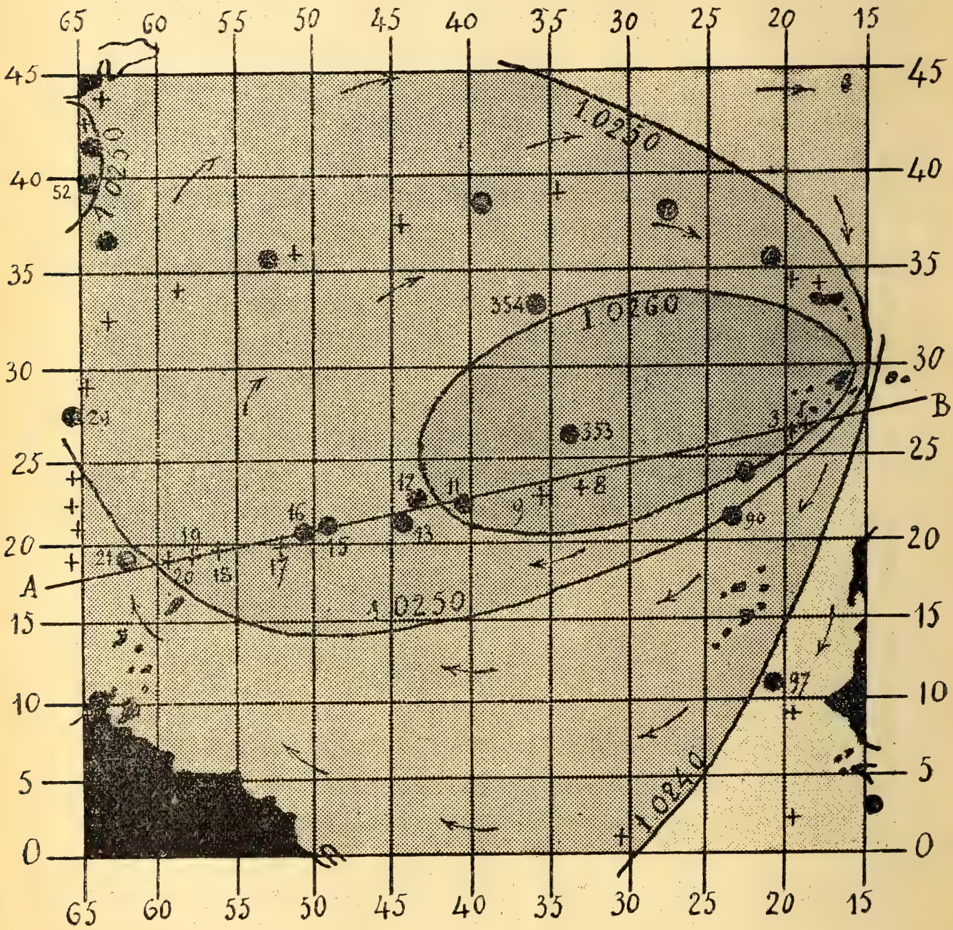

65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1,0250
1,0260
1,0240
A
B
52
354
353
24
21
19
20
18
17
16
15
12
11
13
9
8
3
4
90
97

Fig. 2.

cartes par isopycnes de l'Atlantique Nord, l'une à la surface (Fig. 2) la seconde (Fig. 3) par 300 fathoms (549 mètres) de profondeur et constaté que dans ces limites, dans le sens horizontal, à partir du centre tropical de densité maximum voisin de la mer des Sargasses, la densité décroissait régulièrement du centre à la périphérie tandis qu'à 549 mètres elle allait au contraire en augmentant. En d'autres termes, dans le sens horizontal, la circulation est centripète à la surface et centrifuge en profondeur et la belle théorie de la circulation de Buchanan est confirmée. Les mesures sur le terrain proviennent du *CHALLENGER* et méritent toute confiance ; le seul regret est qu'elles ne soient pas plus nombreuses. Une vingtaine de séries verticales de densités *in situ* distribuées sur l'étendue de l'Atlantique Nord, obtenues par des sondages

---

[1] Thoulet-Vaurabourg. *loc. cit.*

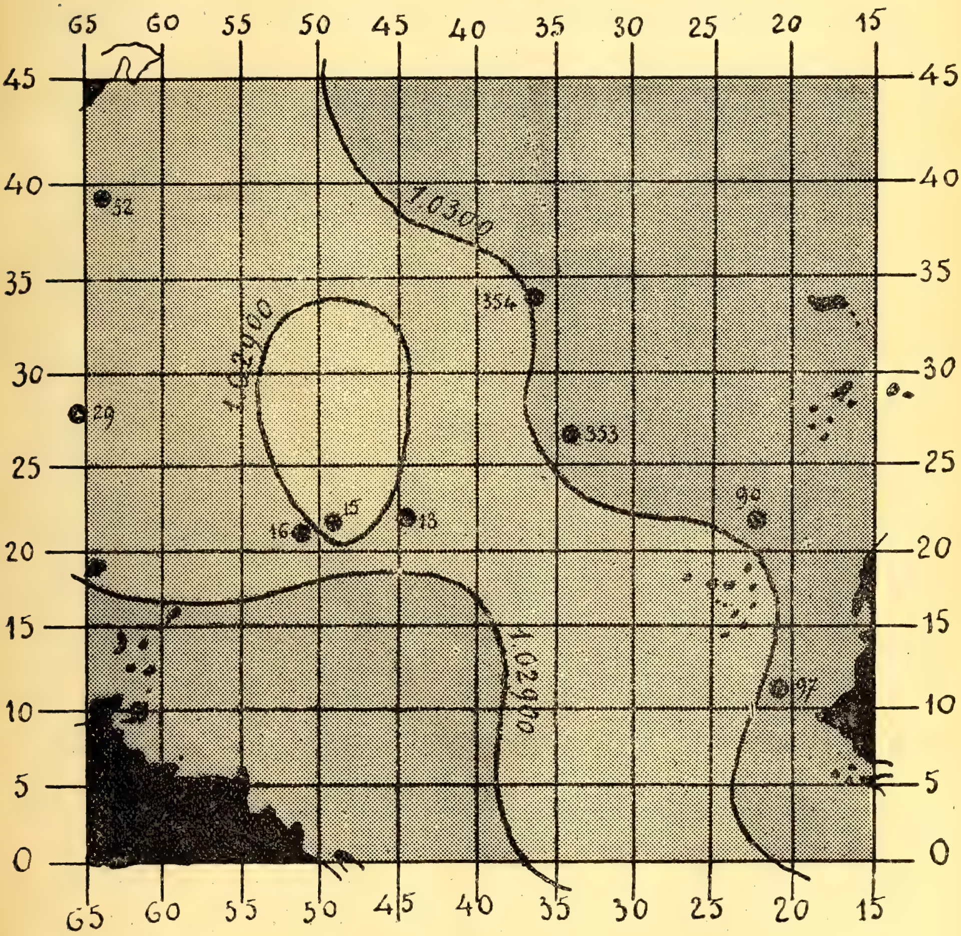

65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1.03000
1.02900
1.02900
52
29
354
353
15
16
13
90
97

Fig. 3.

traversant les mêmes plans horizontaux dont chacun exigerait au plus une demi-journée d'arrêt en plein océan trancherait définitivement le problème de la circulation superficielle et profonde non seulement dans l'Atlantique Nord mais dans l'Océan tout entier.

En joignant la notion de la distribution horizontale opposée des densités *in situ* à la surface et au sein des eaux à celle de l'immobilité des eaux abyssales au-dessous d'une couche située vers 2000 mètres de profondeur que nous appellerons surface ou nappe d'immobilité, la circulation s'expliquera de la façon suivante.

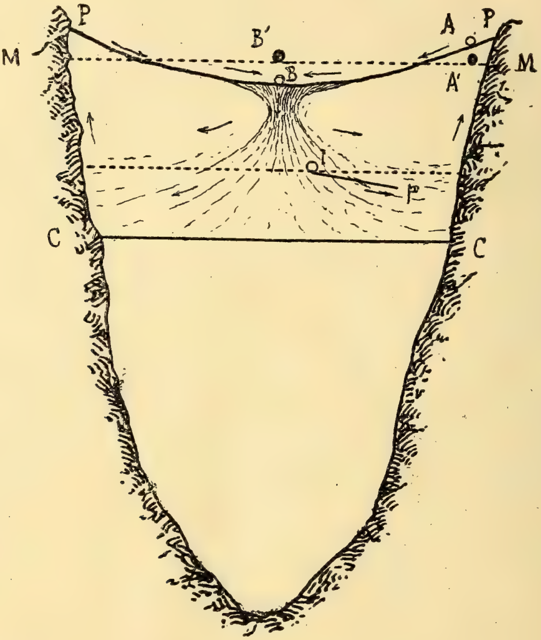


Fig. 4.

La circulation superficielle et profonde de l'océan s'effectue exclusivement dans une zone superficielle épaisse d'environ 2000 mètres.

Soit MM (Fig. 4) la surface topographiquement horizontale de l'Océan et CC la surface d'immobilité parallèle à la première. Ces deux plans limitent l'espace où s'accomplit la circulation océanique.

Sur la surface supérieure, au voisinage de la côte, considérons une molécule d'eau A' et une autre molécule d'eau située quelque part au centre tropical de densité maximum. Ces molécules en apparence en équilibre et immobiles ne le sont pas en réalité car la densité de B' étant plus grande que celle de A' et toutes deux étant en communication, il y a courant de A' vers B' dans le sens de la flèche de sorte que si MM est un plan d'équilibre statique le plan d'équilibre dynamique est en PP et les molécules sont véritablement non en A' et en B' mais en A et B. Elles ne resteront pas longtemps à cette place où elles seront d'une façon incessante remplacées par les molécules qui les suivent immédiatement et qui subiront les mêmes vicissitudes que celles qui les précédaient. Ces dernières au maximum de densité *in situ* parce que plus chaudes mais plus salées par suite de l'évaporation, descendront verticalement à travers les tranches sous-jacentes d'eau déjà moins chaudes et surtout moins salées avec lesquelles elle se mélangeront.

Considérons maintenant une molécule I en un point quelconque de la zone de mouvement PPCC. Située sur un plan de niveau horizontal statique Im mais sa densité *in situ* étant devenue comme l'indique la fig. 3 représentant d'indiscutables données expérimentales, moindre que la densité *in situ* d'une molécule située dans le même plan horizontal quoique plus près de terre et en outre poussée par le mouvement de celles qui la suivent est placée sur un plan de niveau dynamique incliné du côté de la terre. La circulation devenue centrifuge s'effectue donc de I vers p. Arrivée devant l'obstacle opposé par la côte, l'eau ne peut que remonter et soulever superficiellement le niveau topographique supérieur de M en P qui de plus tend lui-même à se soulever par suite de l'apport continuel en eau douce des fleuves continentaux diminuant la densité de l'eau de mer dans laquelle ils se déversent. Le cycle est ainsi fermé et les eaux côtières remontantes de Buchanan trouvent leur explication.

En résumé, à la surface de la mer et au sein de l'océan jusqu'à la surface d'immobilité, le plan topographiquement horizontal d'une molécule d'eau n'est que d'équilibre statique tandis que son plan d'équilibre dynamique est incliné de la périphérie vers le centre, à la surface des eaux et du centre vers la périphérie au sein des eaux sous-marines. Ces deux plans d'équilibre statique et dynamique que possède toute molécule d'eau tendent de plus en plus à se confondre à mesure qu'on se rapproche davantage de la surface d'immobilité et ils demeurent tout à fait confondus dans tous les points de la masse immobile.

Telle serait la circulation profonde qui soustraite aux perturbations qu'ont à supporter les courants superficiels et dont les principales sont l'action du vent, du climat et de la rotation terrestre, est d'une économie notablement plus simple. Elle doit néanmoins être localement plus ou moins modifiée par le contre-coup s'atténuant lui aussi de plus en plus avec la profondeur, des perturbations superficielles ce qui expliquerait l'existence de certains courants froids locaux remontant du fond comme on en a signalé et qui ont une importance spéciale pour l'industrie des pêches maritimes et pour la zoologie. Tous ces faits généraux et de détail ne sont susceptibles d'être découverts, élucidés, évalués en quelque sorte qualitativement et quantitativement que par des cartes isopycnes de densités *in situ* passant par des séries de plans horizontaux parmi lesquels ceux de 500 mètres, de 1000 mètres, 2000 mètres sont spécialement à recommander avec un autre plus profond, vers 3000 mètres, en pleine couche supposée immobile. Dans chacun de ces plans on suivra le cours des eaux d'après la disposition des isopycnes et l'on évaluera l'intensité des phénomènes par la considération du gradient. Il est probable que la météorologie aurait avantage à connaître l'économie océanographique de la circulation marine. La préparation et la confection des cartes isopycnes est devenue facile et rapide en passant par l'intermédiaire de mesures d'indices de réfraction et il est à souhaiter que les diverses nations s'intéressent à une question d'une aussi réelle importance théorique et pratique.

* * *

FOURNITURES GÉNÉRALES POUR LABORATOIRES
et ATELIERS DE CONSTRUCTION D'APPAREILS DE PRÉCISION

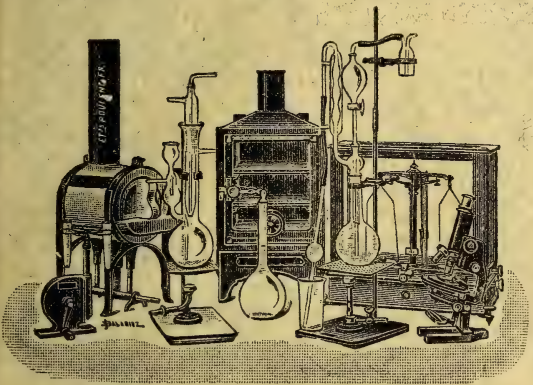
LES ETABLISSEMENTS POULENC FRÈRES

122, Boulevard Saint-Germain — PARIS
SIÈGE SOCIAL : 92, Rue Vieille-du-Temple

PRODUITS CHIMIQUES PURS
POUR ANALYSES

PRODUITS CHIMIQUES
INDUSTRIELS

SUR CROQUIS OU SUR DEMANDES :
CONSTRUCTION D'APPAREILS POUR OCÉANOGRAPHIE



ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
par l'analyseur enregistreur automatique des gaz de BRENOT

MICROSCOPES — MICROTOMES

CENTRIFUGEUSES — AUTOCLAVES

MESURE DE LA VITESSE DES FLUIDES
(Eau et Gaz)

OBUS CALORIMÉTRIQUE DE MALHER
pour l'essai des combustibles

VERRERIE SOUFFLÉE — VERRERIE GRADUÉE

APPAREILS POUR L'ESSAI DES HUILES

Verre français marque "LABO"

COLORANTS FRANÇAIS marque **"R. A. L."** pour Bactériologie et Histologie

V. 1920.

F. CHAMPENOIS

IMPRIMERIE LITHOGRAPHIQUE

66, Boulevard Saint-Michel -:- PARIS

SPÉCIALITÉ DE REPRODUCTIONS EN COULEURS
DE PLANCHES SCIENTIFIQUES
GRAVURE ET LITHOGRAPHIE COMBINÉES

Publications auxquelles la Maison a coopéré :

Campagnes Scientifiques de S.A.S. le Prince de Monaco (Macroures marcheurs, Poissons, Pycnogonides, Céphalopodes, Madréporaires, etc.).
Voyage Guy Babault (Cetoniines, Molusques de l'Afrique Orientale).
Voyage du Baron de Rothschild (Cicindélides, Carabides).
Annales de la Société entomologique (Buprestides de l'Ile Maurice).
Planches sur les fouilles de Délos (Monuments et Mémoires, Leroux, édit.).
Planches murales (Zoologie, Pathologie végétale). Edition de l'Anatomie Clastique du Dr Auzoux.

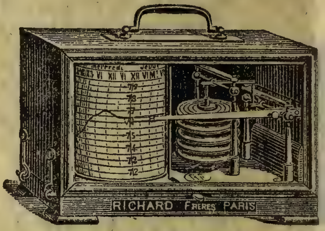
Reproduction de toutes planches artistiques, tableaux, cartes postales, étiquettes de grand luxe.

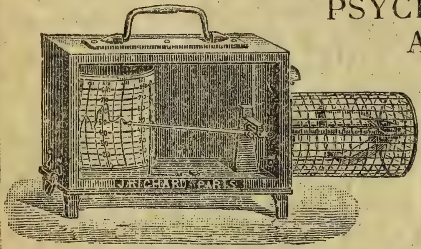
VII, 1920

ENREGISTREURS

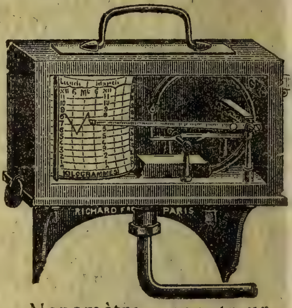
pour les Sciences et l'Industrie

BAROMÈTRES
THERMOMÈTRES
HYGROMÈTRES
ANÉMOMÈTRES
PLUVIOMÈTRES
ÉVAPOROMÈTRES
PSYCHROMÈTRES
ACTINOMÈTRES
NÉPHOMÈTRES
HÉLIOGRAPHES
CHRONOGRAPHES
SISMOGRAPHES
HYDROMÈTRES
MANOMÈTRES
CINÉMOMÈTRES
DYNAMOMÈTRES
PYROMÈTRES
DENSIMÈTRES
CALCIMÈTRES
AMPÈREMÈTRES
VOLTMÈTRES
WATTMÈTRES
OHMMÈTRES
MILLIAMPÈREMÈTRES
MICROAMPÈREMÈTRES
ETC., ETC.

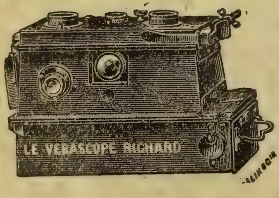

RICHARD FRÈRES PARIS
Baromètre enregistreur

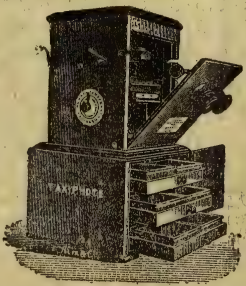

J. RICHARD PARIS
Thermomètre enregistreur

OXYGÉNATEUR
DE PRÉCISION
DU Dr BAYEUX
Breveté s.g.d.g.


RICHARD FRÈRES PARIS
Manomètre enregistreur

APPAREILS pour la STÉRÉOSCOPIE sur plaques 45×107
et sur pellicules se chargeant en plein jour


LE VÉRASCOPE RICHARD



- VÉRASCOPE -
GLYPHOSCOPE
- TAXIPHOTE -

Vente au détail : 10, RUE HALÉVY (Opéra)
SE MÉFIER DES IMITATIONS

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

Jules Richard Ingénieur-Constructeur
25, rue Mélingue **Paris**

15,3,20

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01299 8803